

брезна моделировал отрицательные эмоции. Радостное состояние после музыкальных занятий, где дети пели и танцевали, моделировало положительные эмоции. Статистическая обработка всех картинок показала, что раскрашенные в состоянии положительных и отрицательных эмоций, безусловно, отличаются от контрольных картинок. Однако у ребят при этом изменяется выбор не одного цвета, а меняется целый комплекс цветов. Можно выделить три сочетания: 1) красный + оранжевый + желтый; 2) зеленый + голубой; 3) красный + синий + фиолетовый.

Если анализировать характер раскраски рисунков по этим трем группам цветов, то можно сделать следующий вывод: контрольные рисунки детей практически не отличаются друг от друга, как в том случае, когда две картинки раскрашивались подряд (с интервалом в 5 минут), так и в том

случае, когда между раскрашиванием проходило несколько дней. В радостной ситуации дети выбирали больше красно-желтых цветов и меньше зелено-голубых. Под действием страха достоверно уменьшается (по сравнению с фоном) красно-фиолетовая группа цветов, красно-желтая остается без изменения, а доля зелено-голубых шаров увеличивается.

Проведенные опыты помогли не только выяснить отношение детей к тому или иному цвету, но и дали представление об ощущении у ребят цветового комфорта, связанного с комфортом эмоциональным.

**В. ВОРСОБИН, В. ЖИДКИН.** Изучение выбора цвета при переживании положительных и отрицательных эмоций дошкольниками. «Вопросы психологии» № 3, 1980.

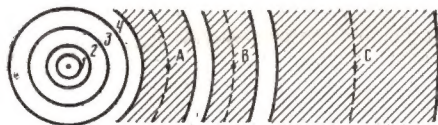
## ПЛУТОН — ОДИН ИЗ АСТЕРОИДОВ?

В далеком прошлом Солнечная система представляла собой газо-пылевое облако, в котором происходили сложные процессы объединения частиц пыли в «сгустки». Космогоническая теория О. Ю. Шмидта, которая считается классической, предполагает и то, что аккумуляционный процесс неизбежно должен привести к формированию планетной системы. Эта теория не лишена недостатков. Так, например, до сих пор не удавалось объяснить параметры орбиты планеты Плутон: вытянутый эллипс (аномально большой эксцентриситет) и наклон орбиты.

Советские ученые Т. М. Энеев и Н. Н. Козлов в конце 70-х годов предложили новую модель процесса аккумуляции планетных систем, в основе которой лежит механизм кольцевого сжатия вещества. Согласно этой модели, газо-пылевые сгущения, медленно сжимавшиеся за счет внутренних гравитационных сил, со временем должны были образовать планетную систему. Если же процесс сжатия шел «ускоренными» темпами, то при определенных условиях в финале могли образоваться не планеты, а более мелкие объекты — планетоиды, рои тел, по своей структуре похожие на астероидный пояс. Положения новой теории были подтверждены численными экспериментами, проведенными на ЭВМ.

Есть основания предполагать, что условия для образования пояса астероидов существовали как раз в тот момент, когда формировалась область Солнечной системы за орбитой планеты Нептун — занептунная область. Сама мысль о том, что непосредственно за орбитой Нептуна существуют более или менее значительные массы вещества, не нова, она родилась в шестидесятых годах нашего века. Новым в выдвинутой гипотезе является характер происхождения предполагаемых занептунных масс вещества и их структуры. Гипоте-

за утверждает, что тела этой далекой от Солнца зоны располагаются по нескольким поясам. Сколько их, пока не ясно, о числе поясов можно будет высказываться после дальнейшего анализа. Новая модель позволяет приблизительно указать положение трех последовательных астероидных поясов, их расстояние от Солнца в астрономических единицах: для пояса А — 52 а. е., для пояса В — 85 а. е., для пояса С — 148 а. е. Значительно труднее оценить массу поясов. Считается, что для пояса А она равна 20—30 земным массам.



Солнечная система с поясами астероидов за орбитой планеты Нептун. 1 — Марс, 2 — Сатурн, 3 — Уран, 4 — Нептун.

Как показали численные эксперименты, при движении по орбитам астероиды пояса А могли «опускаться» до орбиты Нептуна, что вызвало возмущение в движении этой планеты и соответственно в траекториях движения самих астероидов. Новая гипотеза позволяет предположить, что планета Плутон является одним из астероидов пояса А, отсюда такая вытянутость его орбиты. Весьма вероятно, что в поясе А когда-то существовало по крайней мере несколько тел с массой, равной массе планеты Плутон.

**Т. ЭНЕЕВ.** О возможной структуре внешних [занептунных] областей Солнечной системы. Письма в «Астрономический журнал», т. 6, № 5, 1980.



# ПОЧЕМУ ЯДЫ ЯДОВИТЫ?

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН

Описание химических реакций и предложения воспроизвести некоторые из них самостоятельно нередко сопровождаются в статьях нашего «Химпрактикума» призывами к сугубой осторожности при обращении с токсичными, ядовитыми, опасными для здоровья химикатами. В целях профилактики стоило бы, пожалуй, посвятить особую статью ядовитым веществам.

Хорошо известна причина ядовитого влияния угарного газа (оксида углерода). Дело в том, что окись углерода очень легко образует комплексное соединение с атомом железа, который входит в состав гемоглобина и буксирует кислород, присоединяя его молекулу в легких и отдавая в тканях. Присоединяясь к железу, окись углерода блокирует его, не позволяя реагировать с кислородом, и человек как бы лишается гемоглобина, задыхается.

Так действует оксид типичного неметалла — углерода. Среди окислов металлов известны вещества совершенно нетоксичные, а бывают и сильные яды. Мало токсична, например, окись алюминия. Гораздо более ядовиты окислы ртути, таллия, свинца. Вообще надо сказать, что чем тяжелее металл, тем токсичнее его соединения. Здесь есть два исключения: производные легких металлов бериллия и меди очень ядовиты. Обычно соли металлов более ядовиты, чем их окислы.

Токсическое действие производных тяжелых металлов связано с тем, что, попадая в организм, ионы этих элементов образуют прочные комплексы с белками. А раз так, белки (здесь и ферменты, и гормоны, и другие чрезвычай-

но жизненно важные вещества) уже не могут выполнять свои функции. Пятивалентный ванадий влияет на биосинтез холестерина и нарушает обмен аминокислот, содержащих серу, а шестивалентный хром проникает в эритроциты крови и разрушает их.

Один из самых ядовитых металлов — ртуть. Весьма токсичны пары ртути. Поэтому если вы разбили ртутный термометр, всю ртуть нужно тщательно собрать с помощью очищенной медной пластинки (капельки ртути прилипают к поверхности меди), а остатки ртути уничтожить при помощи раствора хлорного железа. При этом ядовитый металл переводится в нелетучую соль.

Вот несколько приемов, позволяющих отличать соединения этого опасного металла: если подействовать щелочью на соль одновалентной ртути, образуется черно-бурый осадок закиси ртути; из раствора соли двухвалентной ртути в этом случае осаждается желтая окись ртути. К раствору соли двухвалентной ртути добавьте раствор иодистого калия. Выпадает красный осадок иодида ртути. Если добавить избыток раствора иодида калия, образуется раствор бесцветной комплексной соли.

Не следует думать, что соли ртути обладают какой-то феноменальной ядовитостью и можно отравиться ими, лишь только подержав в руках пробирку с соединением ртути. Соли ртути могут играть и оздоравливающую роль. Однохлористая ртуть, каломель, используется иногда как слабительное и желчегонное средство (высшая допустимая доза 0,6 г), а очень разбавленные растворы двуххлористой ртути, сулемы, применяются для дезинфекции (в организм должно попадать не более 0,02 г сулемы). Если химик работает осторожно и

аккуратно, следит, чтобы соли ртути не попадали в рот, тщательно моет химическую посуду и руки, отравления исключены.

Соли меди менее ядовиты, но тоже могут вызвать тяжелые отравления. Отличить производные меди довольно легко — чаще всего это соединения синего или зеленого цвета. При действии раствора соли меди на железный предмет тот быстро покрывается красным слоем меди. Если к соли двухвалентной меди добавить раствор иодистого калия, происходит выделение иода (медь восстанавливается до одновалентной), который с крахмалом дает характерную синюю окраску.

Ядовиты производные мышьяка, свинца. По их поводу стоит заметить, что токсичность элемента сильно зависит от валентного состояния, в котором он вводится в организм. Например, соединения трехвалентного мышьяка в десять раз более токсичны, чем производные мышьяка пятивалентного. К сожалению, в организме пятивалентный мышьяк восстанавливается в более токсичное производное. А вот для хрома и ванадия производные металлов в более высокой степени окисления токсичны, низковалентные же металлы не ядовиты. Поэтому при отравлении соединениями хрома, например, бихроматом калия (а химики широко используют это вещество, приготовляя хромовую смесь для мытья посуды) рекомендуется принимать аскорбиновую кислоту. Что при этом происходит, можно понять, проведя такой опыт. К раствору бихромата калия в воде добавьте каплю серной кислоты и щепотку или таблетку витамина С: раствор изменит цвет с желтого на зеленый. Аскорбиновая кислота восстановила бихромат в производное нетоксичного трехвалентного хрома.

Чтобы понять коварное действие некоторых сильных органических ядов, поговорим сначала про то, как устроены нервные клетки и как по ним передается

НАУКА И ЖИЗНЬ

ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Х и м п р а к т и к у м



нервное возбуждение. Живая клетка, подобно радиотехническому конденсатору, несет разность потенциалов. Если взять два электрода и подключить один из них к клетке с внутренней стороны, а другой — с наружной, то соединенный с электродами гальванометр покажет эту разность потенциалов, называемую потенциалом покоя. При любом раздражении нервной клетки разность потенциалов быстро изменяется и передается по проводящим отросткам — аксонам. Нервное волокно состоит из многих нервных клеток, стыкующихся друг с другом. Как же перескакивает электрический импульс с одной клетки на другую? Оказывается, здесь-то и участвуют химические посредники.

На рисунке показано устройство стыка двух нервных клеток, именуемого синапсом. Вот первый импульс (так называемый потенциал действия) дошел по первой (пресинаптической) клетке до места соприкосновения ее со второй (постсинаптической) нервной клеткой. Из специальных пузырьков в пресинаптической клетке выделяется особое вещество — ацетилхолин, — поступающее в синаптическую щель. Ацетилхолин действует на постсинаптическую клетку и вызывает в ней новый нервный импульс, который распространяется дальше. Аналогичный процесс происходит и в месте стыка нервной клетки с мышечной тканью. Ацетилхолин, выделяющийся из нервной клетки, вызывает изменение разности потенциалов в клетках мышц, возникает импульс, и мышца сокращается. Разумеется, ацетилхолин не должен непрерывно стимулировать нервный импульс в мышце или постсинаптической клетке: очевидно, что такое постоянство выразилось бы в виде судорог или паралича. Сделавший свое дело химический посредник должен немедленно «уйти со сцены». Убрать его должен специальный фермент — холинэстераза. Этот фермент гидролизует ацетилхолин до холина, ко-

торый биологической активностью не обладает.

Вспомним теперь, как индейцы, сражаясь с испанскими завоевателями, смачивали острия своих смертоносных стрел ядом курааре. Этот яд блокирует центры нервных клеток, чувствительные к ацетилхолину, и поэтому вызывает мгновенный паралич.

Надо заметить, что не всякий нервный импульс передается через синаптические связи — проходят только достаточно сильные возбуждения. Организм не беспокоит себя, так сказать, по пустякам. Такой яд, как стрихнин, снижает сопротивление синапса, так что даже очень слабенький раздражитель начинает вызывать судороги всех мышц.

Известны и вещества, действующие на фермент холинэстеразу. Прекратить ее действие — это то же самое, что ввести в организм избыток ацетилхолина. Наиболее активно ее дезактивируют фосфорорганические соединения, то есть вещества, содержащие в молекуле атом фосфора. К таким относятся известные отравляющие вещества — зарин, зоман, табун, а также пестициды — тиофос, хлорофос, бромфос, меркаптофос. Надо сказать, что пестициды гораздо сильнее действуют на насекомых, чем на теплокровных животных, но все же такие вещества, как тиофос, опасны и для человека. Хлорофос обладает средней токсичностью, а бромфос совсем мало ядовит.

Среди органических веществ ядовитых, к сожалению, ничуть не меньше, чем среди соединений, принадлежащих к неорганическому миру. Токсичны, например, почти все органические растворители, широко применяемые не только в химической лаборатории, но и в быту: бензол, бензин, четыреххлористый углерод, хлороформ, дихлорэтан. Поэтому еще раз напомним: обращаться с применяемыми в быту ядовитыми веществами нужно чрезвычайно осторожно! Все банки и коробки должны быть подписаны, снабжены надпи-

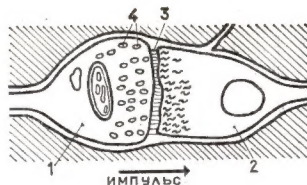
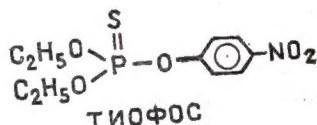
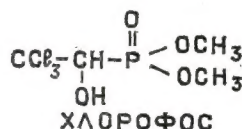
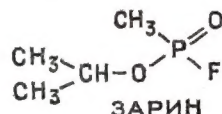


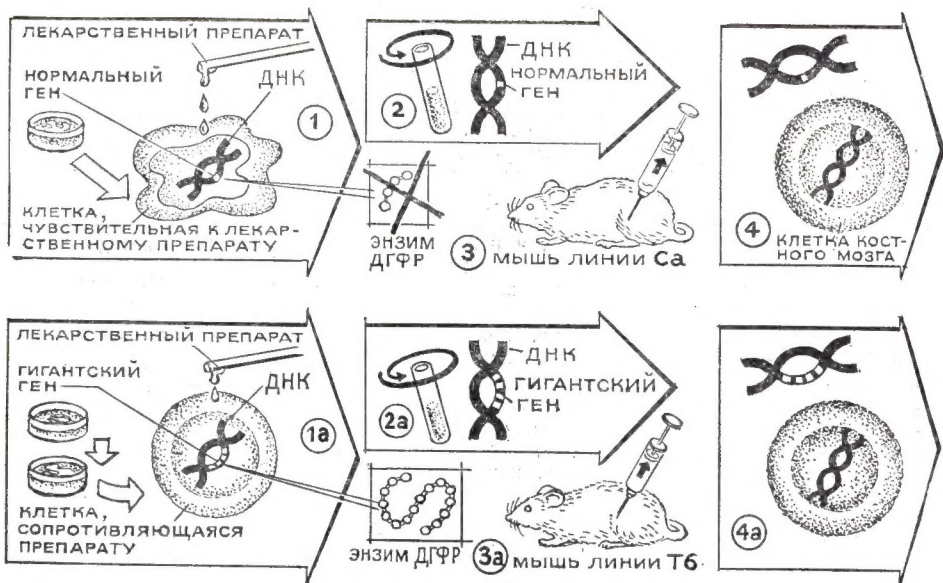
Схема устройства синапса, соединяющего две нервные клетки. 1 — пресинаптическая клетка, 2 — постсинаптическая клетка, 3 — синаптическая щель, 4 — синаптические пузырьки, в которых предположительно находится ацетилхолин. Внизу — структурные формулы некоторых фосфорорганических ядов.



сью «Яд» и спрятаны в такие места, откуда их не могут достать дети. После работы с ядом необходимо тщательно вымыть посуду и руки. Ну, а если вы, несмотря на все предосторожности, почувствовали симптомы отравления?

В первую очередь надо вызвать врача. А до его прихода необходимо лечь на спину и не совершать лишних движений. Если нет рвоты, нужно ее вызвать. Для этого пострадавшему дают выпить 5–10 стаканов чистой или слегка соленной воды и надавливают пальцами на основание языка. У потерявшего сознание вызывать рвоту ни в коем случае нельзя. Полезно выпить несколько столовых ложек кашицы из смешанного с водой толченого активированного угля.





## ПЕРВАЯ МЫШЬ С НОВЫМ ГЕНОМ

Известно, что главная трудность терапевтического лечения опухолей в том, что лекарства действуют не только на больные клетки, но и на здоровые.

Американский исследователь М. Клейн недавно осуществил эксперимент, техника которого, как считает ученый, может позволить улучшить классические методы лечения опухолей.

Идея эксперимента возникла в процессе наблюдений за больными в клинике. Было замечено, что при лечении больных с помощью одного из сильнодействующих противоопухолевых средств (метотрексата) увеличение дозы лекарства не усиливало, как это следовало ожидать, а, напротив, ослабляло его эффективность.

Сама суть действия лекарства заключалась в том, что оно выводило из строя первое звено в цепи синтеза внутриклеточных белков — дегидрофолат редуктазу (ДГФР).

В результате разрывалась вся цепь, клетка гибла (предполагалось при этом, что опухолевые клетки гибнут быстрее, чем остальные). Почему же тогда клетки начинали противиться лекарству, когда его вводили в больших дозах?

Это удалось разъяснить другому американскому исследователю — Р. Т. Шимке. На зародышевые клетки мыши он воздействовал противоопухолевым лекарством. Одни клетки при этом погибли, другие нет.

Клетки, оставшиеся в живых были обработаны еще более сильными дозами. Снова некоторые клетки погибли, некоторые выжили. Повторив эксперимент несколько раз, ученый получил популяцию клеток, сопротивляющихся лекарству. Исследование культуры, в которой находились клетки, показало, что в ней содержится большое количество дегидрофолат редуктазы, то есть того самого фермента, который запускает механизм производства клеточных белков и на который должно было оказывать свое токсическое воздействие лекарство. В контрольной культуре, куда вводили слабые дозы лекарства, этого фермента было мало.

Исследовав хромосомы ядра клеток, ученый выделил ген, ответственный за синтез ДГФР, и обнаружил, что у клеток, успешно сопротивляющихся лекарству, этот ген более сложный, чем у клеток, реагирующих на лекарство.

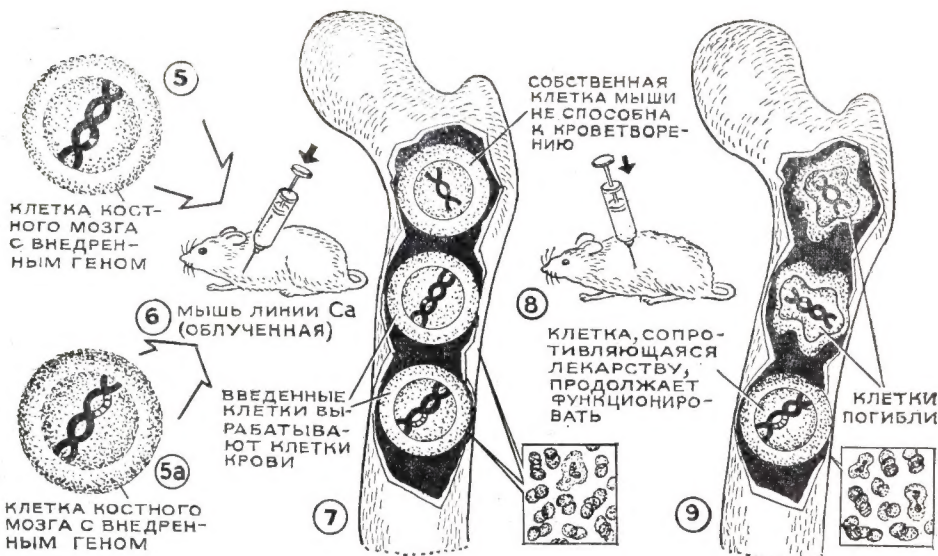
Доктор М. Клейн со своими сотрудниками продолжил исследования, и результатом явился эксперимент по пересадке гена живой мыши. Подобная генетическая пересадка осуществлена впервые. До сих пор такие операции производились на бактериях, вирусах или на клетках высших организмов в культуре.

Ход эксперимента показан на схеме.

Были взяты культуры клеток, чувствительных к противоопухолевому средству (1) и сопротивляющихся ему (1a). В клетках культуры № 1 ген, ответственный за синтез ДГФР, нормальный, в клетках культуры № 1a — он гигантских размеров. Методом центрифугирования из клеток извлекалась ДНК с нормальным геном (2) и с гигантским (2a).

У мышей двух различных линий — линии Ca (3) и T6 (3a) — был взят из бедренной кости костный мозг. Вместе с полученной ранее ДНК костный мозг помещали в определенную среду (4, 4a), где мембрана клеток





костного мозга растворилась, обе ДНК соединились (5, 5a), и ДНК костного мозга получила таким образом чужой ген.

Затем клетки были введены в брюшную полость третьей мыши (6). Эта мышь, тоже линии Са, предварительно была облучена с тем, чтобы ее собственный костный мозг не мог вырабатывать клетки крови. Введенные клетки отправились на свое законное место — в костный мозг (7) и начали там делиться, а спустя несколько дней и выполнять положенную им работу — производить лейкоциты и эритроциты.

И, наконец, последняя стадия эксперимента: мыши были введены сильные дозы токсического лекарства (8). Собственные ее клетки, а также чужие с простым геном погибли. Клетки с «гигантским» геном продолжали жить и производят кровяные клетки (9). Это было доказательством того, что пересадка гена удалась.

Доктор Клейн намерен поставить эксперимент по пересадке двух генов: одного — сопротивляющегося сильному лекарству, другого — производящего нормальный гемоглобин. Этот тип пересадок мог бы в будущем помочь лечению некоторых наследственных заболеваний, например, дрепанацитоза, болезни, которая характеризуется присутствием в крови эритроцитов неправильной, серповидной формы и которая приводит к анемии. С помощью сильных лекарственных средств можно вывести из строя дефектные клетки костного мозга больного и заменить их новыми, обладающими стойкостью к данному лекарству и вырабатывающими нормальный гемоглобин.

По материалам  
французского журнала  
«Сьянс э ви».

Выпускается сверхвысоко-частотная микроволновая печь «Электроника».

Источником микроволн служит магнетрон с трансформатором напряжения и генераторной лампой. Частота микроволн — 2450 МГц. Микроволны поглощают воду в продуктах. Они приводят в колебание молекулы воды. От трения возникает тепло, необходимое для приготовления того или иного блюда.

Продукты в такой печи не вывариваются и не подгорают, в них хорошо сохраняются витамины. Чтобы разогреть еду, достаточно пяти-шести минут, готовка за-

нимает минут десять — пятнадцать. Например, можно приготовить картофель и тушеные овощи или плов с бараниной и овощами за 13 минут, рубленые зразы с гречневой кашей за 14 минут, мясо за 15 минут.

Камера СВЧ-печи сделана из нержавеющей стали. Благодаря вентиляции в ней не образуется пар. Можно готовить в фаянсо-

вой, фарфоровой, керамической, стеклянной посуде, в бумаге, полиэтилене. Сигнальная лампочка показывает, в каком режиме работает печь.

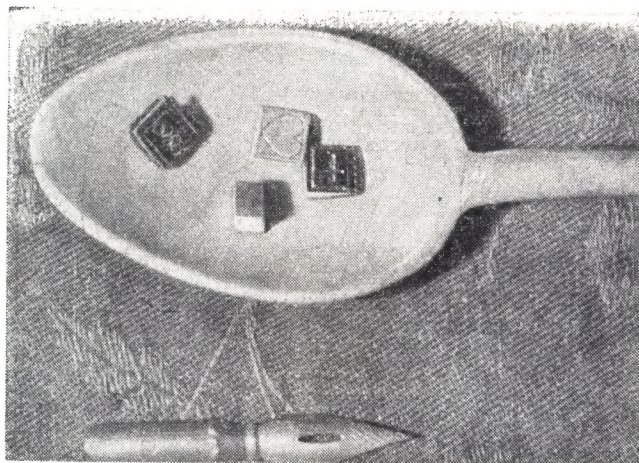
СВЧ-печь рассчитана на напряжение сети 220 В. Объем рабочей камеры 19 литров. Размеры печи 400 X 560 X 500. Масса 55 кг.

Инженер Д. ЛЕПАНОВ.

## ● НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

### СВЧ-печь





Хун(т)камера

## БИБЛИОТЕКА В ЧАЙНОЙ ЛОЖЕЧКЕ

Не так давно в одном журнале я видел сообщение о 12 «самых маленьких в мире» печатных книгах, уместающихся в столовой ложке. Действительно, на снимке была показана столовая ложка, «с горбом» заполненная этими книгами. Среди них были томик стихов Роберта Бернса,



Микроникниги из коллекции автора. Одна из них (самая маленькая) — рукописная, сделанная специально для коллекции инженером Б. Г. Компанейцем из Ялты. Это третья глава из поэмы Маяковского «Владимир Ильич Ленин». Ее размеры — 2,5 на 4 миллиметра.

сборник ирландских и шотландских песен с нотами, конституция Франции, словарь английского языка на 12 тысяч слов...

Но это, конечно, не самые маленькие из изданных в разных странах книжных диковинок. Существуют и книги, целая библиотечка которых уместится не в столовой, а в чайной ложечке. В моей коллекции есть три печатные книги размером пять на пять миллиметров. Это известная молитва «Отче наш» на шести языках, изданная Музеем Гутенберга в ФРГ, «Я тебя люблю» (эта фраза повторяется на микространичках на 14 языках), также изданная в ФРГ, и «Клятва олимпийцев в Гренобле», изготовленная французскими полиграфистами, с текстом на семи языках, в том числе на русском. В ней через лупу читаем текст: «Мы клянемся во время Олимпийских игр быть честными борцами и соблюдать правила игры. Мы рыцарски состязаемся за честь нашей команды, во славу спорта».

Эти книги отлично переплетены в кожаные, тисненые золотом переплеты и вложены в двойные футляры. Внутренний футляр снабжен сильной лупой.

Но и это еще не самые маленькие книги в мире. В 1965—1966 годах в Японии в качестве эксперимента для установления предела возможного уменьшения печати были изданы четыре микроникниги. Одна из них, книга стихов, имеет размер 2,8 на 4 миллиметра, три остальные — 3 на 4 миллиметра. Японцам удалось достичь уменьшения шрифта до 0,635 миллиметра.

Однако и этот рекорд был побит: в Лейпциге

Титульный лист книги с текстом Гимна СССР, изданной в Таллине. Размер — 20 на 30 миллиметров.



язык великолепен. Но, естественно, иногда вкрадывались неточности. Коллеги его, пишет В. А. Парнес, сидевшие в своих роскошных столичных кабинетах, ловили эти мелкие ошибки, выискивали их и писали разгромные рецензии. Краснову отказывали в публикации его лучших творений.

Отдав все силы последних лет созданию Ботанического сада в Батуми, уже тяжело больной, он увидел свою мечту исполненной. Но именно в это время он узнает о безнадежности своего положения: врачи предсказали ему, что он больше двух лет не проживет. Это было в 1912 году. Он скрыл это от жены, до последнего часа был в работе. Жена не смогла быть с ним, осталась с дочерью, боясь Батуми с его болотами и малярией.

Значение идей А. Н. Краснова предельно важно для современного ландшафтоведения. Но так как ботаники считали Краснова географом, а географы не разделяли смелости его взглядов на эволюцию растительных форм, — он был, к сожалению, надолго забыт.

И еще один образ — Георгий Федорович Морозов. «Учение о лесе» Морозова — настоящая поэма, пишут авторы: воспевание красоты роста одиноко стоящего дерева и сдержанности, самоограничения каждого члена сообщества, которое называется «лес». Лес — сложный живой организм: деревья, подросток, ягоды, почва, климат, птица. Сокровище человеческой жизни! Лесная наука, может быть, более других побуждает к философскому подходу. Жизнь человека коротка, жизнь дерева — это несколько человеческих жизней. Срубить лес легко, вырастить трудно. Вправе ли человек уничтожать красоту Земли?

Морозов знал работы Теплоухова по лесоводству, но сам он изучал жизнь леса, его биологию, создал новую область — лесоведение. Интересна его биография: отец — помещик, разбогатевший торговлей. Получив почетное гражданство, отдал сына в Петербургский кадетский корпус: пусть сын делает карьеру! Подпоручика артиллерии Морозова шлют на службу в Двинскую крепость.

Познакомясь с ссыльной девушкой, вместе с ней по окончании ее ссылки он уезжает и поступает в Петровскую академию, любимую в те годы прогрессивной молодежью. Для этого он выходит в отставку. В гневе порывает с сыном отец. В день экзамена приникшая к стеклянным дверям толпа студентов видит: молодой офицер, заложив руку за спину, другую по шву — так полагалось в кадетском корпусе, — отвечает профессору вдумчиво и свободно, не по-студенчески. Морозов выдержал экзамен и был принят.

Он живет трудно: дает грошовые уроки, голодает, приходя к своей невесте, не садится к столу, боясь, что ее родные поймут, как он голоден. Но судьба жестока к нему: невеста умирает от скарлатины. Потрясение и безутешность прерывают занятия. Он просит об академическом отпуске. Но жизнь идет. Окончена академия. Теперь Морозов работает над лесоведением —

наукой о жизни леса, не об эксплуатации его. Заслуги Морозова оценили географы, ботаники, лесоводы. Он преподает в Петроградском лесном институте, организует подготовительные курсы для лесничих. Как и у де Барри, у него много учеников и последователей. Приезжих лесничих, своих учеников, он даже порой селит у себя, за стол садилось до 20 человек. Долги заедали, но не от этого он страдал — его тяготила обстановка в институте, травля «черной профессуры», среди которой он был белой вороной. Бескорыстие его новых идей вредило ему. В 1917 году Морозова избирают председателем на съездах лесоводов и работников леса. Он участник разработки нового законодательства о лесах. И вдруг тяжелая болезнь. В Петрограде голод. Родные увозят больного в Крым — там есть его ученики. Ему достают пищу, вырывают из котей смерти. Начинается преподавание в открывшемся Таврическом университете. Его под руки выводит на кафедру (после болезни он ходит с трудом). О чудо! Кто догадается, что лектор — человек, разбитый параличом! Его лекции захватывающи.

Наконец-то он создает университетский курс, о котором мечтал долгие годы, — курс для русских специалистов в области леса.

Умер Георгий Федорович Морозов в Симферополе в 1920 году.

Я поделилась с читателями впечатлениями о пяти книгах. Я просто писатель, живший всю мою долгую жизнь интересами литературы и искусства, но с помощью этих книг, написанных достаточно популярно, чтобы их мог прочесть каждый, и достаточно научно, чтобы быть книгами о науке, я радостно вошла в незнакомую мне область естественных наук. Так будет и с каждым читателем, который полюбит этих борцов за науку, отдавших ей жизнь. Личные потери, даже трагедии крепостного лесовода Теплоухова, ботаника Воронина и основателя лесоведения Морозова не сложили их: глубоко затанув горе, они продолжали свой путь.

Тут место вспомнить о моем отце профессоре И. В. Цветаеве, ученом-археологе и искусствоведе. В 1890 году умерла его первая жена — В. Д. Иловайская; в 1906 году умирает вторая жена — М. А. Мейн. После открытия Музея изящных искусств (ныне изобразительных искусств имени А. С. Пушкина) он сказал: «Семейная жизнь мне не удалась, но зато удалось служение Родине».

Теперь главное, что хочется сказать: читатель воспринимает целостный образ ученого только тогда, когда его путь в науке не оторван от личной жизни, именно художественность образа помогает человеку, далекому от науки, проникнуть в ту или иную ее область. Разумеется, так писать книгу могут только талантливые люди.

Я приношу глубокую благодарность издательству, выпустившему эти книги: оно дало — и даст еще, не сомневаюсь, — много света и знания. Я назвала свою статью «Пятисвечник». Но как хотела бы я дожить до того, чтобы в каждой руке поднять по великолепному канделябру!





## ЦВЕТ ВАШЕГО ДОМА

Инженер Ю. ПРОСКУРИН.

**Е**стественная древесина — строительный материал древний и благородный — красива своей природной красотой. Еще более она выигрывает, если рисунок ее слоев подчеркнуть прозрачным лаком. Истина эта вроде бы прописная, и, казалось, лишний раз ее можно не повторять. И без того в интерьере наших жилищ дерево — материал номер один, самый теплый и самый любимый.

Но это интерьер — внутреннее убранство дома. А экстерьер, внешний вид? Как выглядят коттеджи в новых поселках, дачные и садовые домики? Они ведь в большинстве своем деревянные, и это в традициях средней полосы. И тут оказывается, что хотя дом целиком построен из дерева, краски материала совсем не видно. Все покрашено масляной краской в экономичный зеленый (синий, коричневый) цвет, тот, какая

краска оказалась под руками.

Но всегда ли нужно пользоваться краской? Ведь если в мебели красота дерева выявляется лаком, то и вид дома от этого, надо думать, не испортится. Однако инерция вкусов, как нигде, проявляется во внешнем облике жилища. Можно проехать десятки поселков и не увидеть ни одного дома, отделанного лаком или даже простой олифой. Лишь кое-где в дачных или курортных зонах встречаются коттеджи, радующие глаз приятной желтизной натурального дерева.

Между тем прозрачная отделка фасада является очень эффективным приемом оформления стандартных деревянных домов щитовой и панельной конструкции с их простотой архитектурных форм. На сегодняшний день химическая промышленность выпускает несколько видов недорогих

синтетических лаков, пригодных для наружных работ. Стоимость прозрачной отделки, включая материалы, примерно равна стоимости окраски масляными красками. Долговечность лакового покрытия достаточно велика, его подновляют однослойным покрытием лаком или олифой раз в 2—4 года.

Технология прозрачной отделки довольно проста. Единственно, деревянные поверхности должны быть подготовлены более тщательно, чем под масляную краску. И, кроме того, еще во время строительства доски обшивки сортируют по цвету и текстуре, чтобы избежать потом излишней пестроты.

Вначале следует подготовительная операция — грунтовка. Грунт составляют из олифы (натуральной или полунатуральной — оксоли), подцвеченной жженой охрой, железным суриком. Цвет и количество добавки зависят от оттенка древесины и желаемого тона отделки. Пигменты можно брать сухие, тогда их замачивают на сутки-двое в олифе. Можно воспользоваться и готовыми красками, хороши, например, художественные в тюбиках, на небольшой садовый домик вполне достаточно нескольких тюбиков.

Подцветку грунтовочного состава делают для того, чтобы придать дереву более разнообразные оттенки: солнечно-желтые, янтарные, медовые, светло-коричневые, терракотовые. Важно только не увлекаться добавлением пигмента, иначе слои дерева будут вуалироваться: сухого пигмента берется не более 1—2%, краски — 2—5% от веса олифы.

Иногда вместо пигментов применяют обжиг дерева паяльной лампой, это тоже интересный декоративный прием. После обжига поверхности обычно грунтуют чистой олифой. Подкрашивают древесину и одно- двухпроцентными ра-



створами анилиновых красителей в воде, причем можно использовать не только красители для дерева, но и те, что выпускаются для окраски хлопка и шерсти.

Грунтовочный состав перед употреблением желательно подогреть до 50° — олифа тогда глубже впитывается в поры. Для этого банку ставят в горячую воду. Грунтуют, как правило, один раз, но если есть возможность, неплохо нанести и второй слой. При работе надо стараться не делать потеков, пятен, излишков грунта, так как потом все эти дефекты будут хорошо видны. Если древесина сыровата, то в олифу добавляют сиккатив в количестве 3% по весу. Это нужно для того, чтобы слой не был липким, и для ускорения сушки.

Затем следует лаковое покрытие. Его наносят в два или три слоя — тогда оно хорошо противостоит атмосферным воздействиям. Чаще всего применяют рас пространенные лаки: глиф-

талевый ГФ-166 (старое название — 6-С), пентафталевые ПФ-283 (бывший 4-С) и паркетный ПФ-231. Вполне пригодны лаки ПФ-170, ПФ-170а, ПФ-171. Чтобы получить матовую поверхность, последний слой наносится лаком с добавкой в него технического воска (3% от количества лака), предварительно разведенного в теплом скипидаре (10% от количества лака).

Законченный вид дому придадут наличники окон и дверей, карнизы и другие детали, выделенные более насыщенным тоном.

Он подбирается раньше, на этапе грунтовки так, чтобы архитектурные детали выглядели контрастными на фоне стен. Однако их можно подчеркнуть и более темным лаком, таким, например, как лак 7-С.

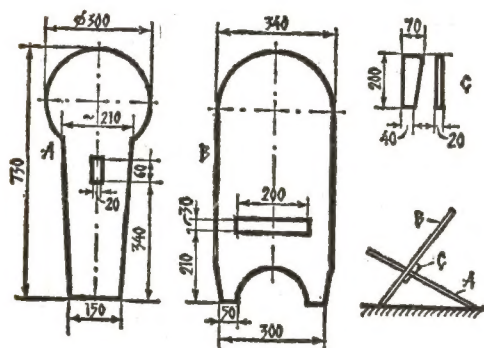
В комплекс цветового решения фасадов нередко включают и окраску шиферных крыш. Их серый цвет не всегда сочетается с цветом дома, поэтому шифер красят какой-нибудь масляной краской —

железным суриком или эмалями ПФ-115 и ПФ-133 в два слоя. Цветная кровля украшает дом, и, что немало важно, окрашенная, она становится более долговечной. И еще один штрих, коли речь зашла о крыше. Не забудьте украсить трубу красивым дымником (колпаком из оцинкованной кровельной стали), он придаст дому особое изящество.

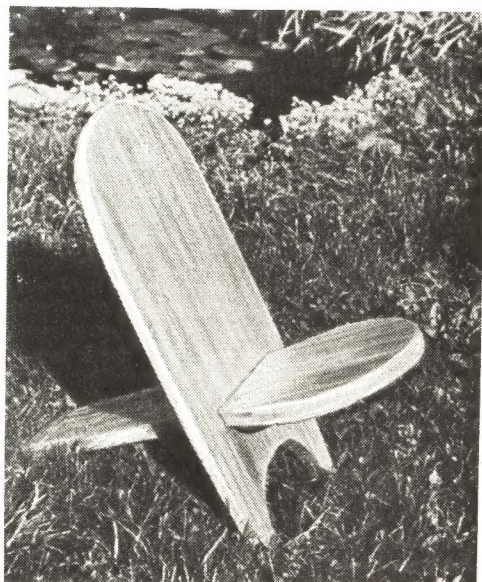
«Пятый фасад» — так иногда называют пространство перед домом — тоже играет большую роль в общем облике усадьбы. Сюда относятся дорожки к дому, подъезды, газоны и клумбы. Все это должно быть красивым и содержаться в порядке. Хозяйственные постройки — гаражи, сараи, бани — оформляются в тон с фасадом дома, что придает усадьбе целостный, законченный вид, ансамблевость — как говорят архитекторы. Красивая усадьба доставляет радость и хозяину и окружающим, ведь каждый дом — это часть улицы, элемент ее внешнего оформления.

## СТУЛ ДЛЯ САДА

Этот стул легко сделать самому, руководствуясь приведенными чертежами. Для его изготовления понадобятся две широкие доски, обструганные с обеих сторон, и обычный столярный инструмент. Сиденье и спинка скрепляются между собой с помощью клина, так что гвозди и клей не понадобятся. Отделать стул можно прозрачным лаком или яркой краской.



## ● АЛЬБОМ САМОДЕЛОК





Наступило время летних отпусков. Многие читатели просят дать в журнале рекомендации, как научить детей плавать.

Выполняем их пожелания.

Не только опытный тренер может учить детей плавать. С этой ролью вполне справятся и родители.

Хорошо, если с самого начала ребенок овладеет каким-нибудь способом плавания. Самый легкий и самый быстрый для обучения — это кроль на груди.

Прежде всего несколько общих советов.

Заниматься лучше с группой ребят. Тогда они быстрее перестают бояться воды, тренировки проходят оживленнее и хорошие результаты достигаются быстрее.

Место в реке надо выбирать неглубокое, с ровным дном, чистой водой и небыстрым течением. Время тренировок вначале — 10—15, а затем 20—30 минут.

Надо быть терпеливыми, не форсировать обучение, ведь физическое развитие у детей разное. Чтобы усвоить упражнения каждого задания, потребуется одно или несколько занятий.

Перед занятиями в воде необходима 15—20-минутная разминка: ходьба, бег, упражнения типа утренней гимнастики.

Каждое занятие надо начинать с уже освоенных основных упражнений и повторять их по пять-шесть раз.

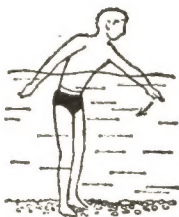
## Задание 1

**Ходьба по дну.** Ходить, отгребая назад воду ладонями с чуть согнутыми и сомкнутыми пальцами. Кисти рук — в вертикальном положении (рис. 1).

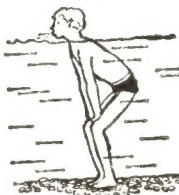
Двигаться боком приставными и скрестными шагами вправо и влево. Менять скорость и направление.

**Погружение в воду.** Многие дети боятся окунуться в воду с головой. Поэтому

Ю. ШАПОШНИКОВ, старший тренер бассейна «Чайка».



1



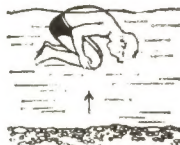
2



3



4



5

упражнение лучше выполнять вдвоем. Ребята держатся за руки. Причем один стоит, а другой делает глубокий вдох ртом, приседает и погружается в воду на три—пять секунд (потом время можно увеличить до десяти секунд). Под водой открывает глаза и делает выдох. Лицо руками вытирать не надо. Упражнение повторяют пять—десять раз.

**Смотреть под водой.** Ребята в паре, держась за руки, одновременно делают вдох, задерживают дыхание, погружаются в воду и смотрят друг на друга. Можно предложить им поднимать со дна положенные туда камешки, ракушки или же посмотреть под водой на свои пальцы.

## Задание 2

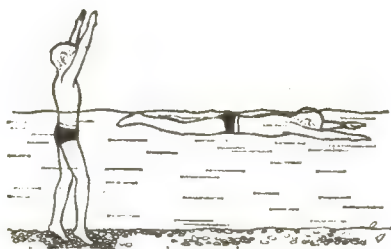
**Выдох в воду.** Опустить подбородок в воду и дуть на ее поверхность, стараясь образовать волны (рис. 2).

Дальше делать выдохи в воду (каждый в два-три раза продолжительнее вдоха). Выдох должен быть энергичным, равномерным и полным. Тогда, поднимая лицо из воды, легко сделать быстрый и глубокий вдох. Повторить упражнения пять—десять раз подряд. Во время вдоха лицо руками не вытирать (рис. 3).

**Попытка оторвать ноги от дна.** Согнуться, опустить подбородок на воду и согнутыми в локтях руками делать гребковые движения перед грудью, периодически отталкиваясь от дна (рис. 4).

**«Поплавок».** Необходимо объяснить детям, что во время вдоха легкие наполняются воздухом, поэтому тело становится легче воды и всплывает на поверхность.

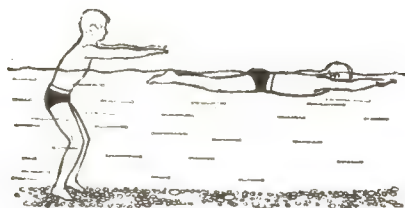




6



7



8



9

Упражнение выполняется так. Сделать глубокий вдох, задержать дыхание, присесть и погрузиться в воду с головой. Затем наклониться вперед, свернуться калачиком, обхватить руками колени и плотно прижать их к груди, голову наклонить вниз и считать про себя до десяти. За это время непременно всплывешь на поверхность. Упражнение дает возможность почувствовать выталкивающую силу воды (рис. 5).

**Лежать на воде.** Поставить ноги врозь, руки поднять вверх, сделать глубокий вдох, задержать дыхание, спокойно наклониться вперед, опустить руки на воду и, слегка оттолкнувшись от дна, лечь так, чтобы лицо было в воде, руки лежали на поверхности, а пятки слегка покрывались водой. Пробыть в таком положении три-пять секунд (рис. 6).

Следует предупредить детей, что в первый момент тело чуть-чуть погрузится в воду, но затем всплывет на поверхность. В дальнейшем нужно учиться, лежа на воде, сводить и разводить руки и ноги и четко фиксировать эти положения.

### Задание 3

**Лежать на спине.** Ноги поставить врозь, руки поднять вверх, присесть так, чтобы подбородок касался воды, прогнуться, опустить затылок в воду, а затем слегка оттолкнувшись от дна, лечь на спину и смот-

реть вверх. Вначале после вдоха задерживать дыхание. А когда ребята научатся лежать на спине, не заливая лицо, дышать нормально, чтобы дольше продержаться на воде (рис. 7).

**Скольжение на груди.** Вытянуть руки вперед, соединить их так, чтобы соприкасались большие пальцы, затем сделать вдох, задержать дыхание, слегка присесть, наклонить туловище, сильно оттолкнувшись ногами, проскользить, сколько возможно, по воде, не поднимая головы. В это время не делать никаких движений. Следить, чтобы туловище не прогибалось, руки и ноги были выпрямлены и соединены, а голова опущена в воду до середины лба (рис. 8).

Не рекомендуется подерживать ученика, тянуть его на буксире или давать ему доску, круг. После двух-трех скольжений сделать пять-десять выдохов в воду. Когда ребенок начнет уверенно скользить на груди, в занятие можно включить скольжение, меняя положение рук: левая рука вверх, правая прижата к телу, затем наоборот, и, наконец, обе руки прижаты к телу. Нужно следить, чтобы ученик лежал ровно, не поворачивался на бок и не разводил ноги (рис. 9).

### Задание 4

С этого задания начинать разучивать технику плавания способом кроль на груди.

**Движение ногами** помогает пловцу продвигаться вперед и поддерживать тело в горизонтальном положении. Выпрямленные ноги с оттянутыми и слегка повернутыми внутрь носками должны непрерывно, поочередно и без напряжения двигаться сверху вниз и снизу вверх, с подхлестывающим движением в конце, из воды выходят только пятки. Величина размаха стоп равна примерно одной четвертой части роста пловца. Вначале полезно проделать имитационные движения на суше, затем сидя в воде на мелком месте и, наконец, лежа на груди в воде, опираясь руками о дно (рис. 10).

Если занятия проходят в бассейне, следует держаться руками за бортик бассейна, упираясь предплечьями в стенку.

Не забывайте следить за тем, чтобы ноги двигались в вертикальной плоскости, не останавливаясь во время вдоха и выдоха, и чтобы от их движений на поверхности воды образовывались фонтанчики. Вначале голову можно держать над водой, но в дальнейшем для выдоха лицо нужно опускать в воду. Упражнения повторяют три-пять раз по двадцать-тридцать секунд. Усвоив движения ног, надо изменить исходные положения: удерживаться за бортик бассейна выпрямленными





10

ми руками, затем одной рукой. Чтобы сохранить горизонтальное положение, работать ногами нужно быстрее, с меньшей амплитудой размаха.

### Задание 5

**Движения ног в скольжении.** Стоя в воде, после вдоха задержать дыхание, наклониться, поднять руки вперед, соединить их вместе так, чтобы большие пальцы соприкасались, слегка согнуть ноги и, оттолкнувшись от дна, выполнить скольжение на груди. Во время скольжения, не дожидаясь, когда тело потеряет скорость, начать работать ногами. Вначале выполнять упражнения, задерживая дыхание. Это поможет сосредоточить все внимание на движении ног.

Проплыв небольшое расстояние, встать на дно и сделать пять—десять выдохов в воду, после чего снова отрабатывать движения, добиваясь, чтобы ноги двигались свободно, без чрезмерного напряжения (рис. 11).

Усложнить упражнения: выполнять движения в скольжении с разными положениями рук (теми же, что в задании 3).

Для отработки техники движений можно использовать плавательную доску или надувную резиновую подушку, держа ее перед собой в вытянутых руках, при этом делать выдох, опуская лицо в воду, или плыть с поднятой головой.

### Задание 6

**Движение рук.** Поочередные гребки руками обеспечивают пловцу устойчивость на воде и скорость продвижения вперед.

Движения начинают отрабатывать, стоя по пояс в воде, ноги врозь, наклонившись и присев так, чтобы подбородок касался поверх-

ности воды. Лево́й рукой опираются о колено. Правую выпрямленную руку накладывают на воду ладонью вниз (кисть и предплечье опускаются в воду чуть раньше, чем плечо). Ладонью с соединенными и слегка согнутыми пальцами захватывают воду и затем двигают руку вниз-назад, постепенно сгибая ее в локте. Кисть руки все время должна быть перпендикулярна направлению движения. Гребок идет под себя, вдоль продольной оси тела. У бедра рука распрямляется (рис. 12).

Закончив гребок, руку без задержки вынимают из воды локтем вверх, затем мягко и быстро, с расслабленными мышцами проносят над поверхностью и опять погружают. Правильно чередуя напряжение и расслабление мышц, пловец может сохранить работоспособность на длительное время. Те же движения повторяют левой рукой, после чего отработывают движения двумя руками (рис. 13).

Грести нужно непрерывно: в тот момент, когда одна рука заканчивает гребок,



11

другая должна начинать его. Только при этом условии движение будет равномерным и быстрым.

### Задание 7

**Движения рук в скольжении.** Стоя в воде, сделать вдох, задержать дыхание, наклониться вперед и, оттолкнувшись от дна ногами, проскользнуть по воде на груди, работая руками по разученной схеме. Чтобы ноги не тонули, надо делать легкие колебательные движения, не акцентируя на этом внимание. Упражнение можно выполнять и с пенопластовой доской между ног или резиновой надувной подушкой. Немного проплыв, встать на дно и сделать пять—десять выдохов в воду, после чего снова повторить упражнение.

### Задание 8

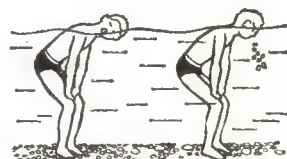
**Согласованность работы рук и ног.** Стоя в воде, сделать вдох, задержать дыхание и, оттолкнувшись от дна, проплыть небольшое расстояние, работая рука-



12



14



15



13



16

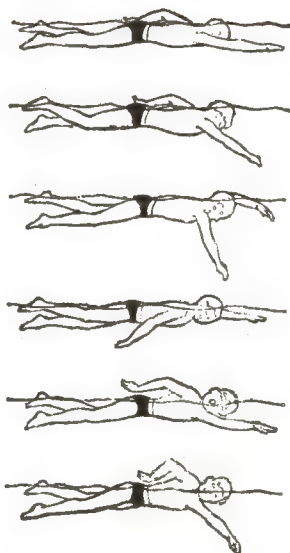


ми и ногами. Следить за тем, чтобы гребок руки заканчивался у бедра. Глаза в воде должны быть открыты (рис. 14). Проплыв два-три отрезка, нужно остановиться и сделать десять—двадцать выдохов в воду.

### Задание 9

**Согласованность работы рук и дыхания.** Правильное дыхание и четкий ритм движений обеспечивают хорошую работоспособность во время плавания. Вдох делается быстро и только ртом при повороте головы в сторону руки, заканчивающей гребок. По окончании гребка, после вдоха, проносят руку по воздуху вперед, голову поворачивают лицом вниз, делают выдох в воду ртом и частично через нос. Упражнение выполняют в такой последовательности: поставить ноги на ширину плеч, опустить лицо в воду до середины лба, затем повернуть вправо так, чтобы левая щека и ухо были в воде, сделать вдох, повернуть голову лицом вниз и выдохнуть в воду через рот и частично через нос (рис. 15).

Это упражнение повторяют много раз, а затем выполняют его с поочередными гребковыми движениями рук (рис. 16).



17

### Задание 10

**Полная координация всех движений и дыхания.** Это потребует много времени и энергии.

Для плавания кролем на груди характерны симметричные движения рук и ног. Каждый цикл — два гребка руками, один вдох, один выдох в воду и шесть ударов ногами (шестиударный кроль).

Тело пловца находится у поверхности воды в хорошо обтекаемом и почти горизонтальном положении. Голова опущена в воду лицом вниз до середины лба. Под водой пловец смотрит вперед вниз. Для вдоха голову поворачивают в сторону гребущей руки так, чтобы рот был над водой. Быстро и глубоко вдыхают через рот, когда проносят руки над водой (в первой половине движения), после чего поворачивают голову в воду лицом вниз и делают выдох более продолжительный, чем вдох.

Вначале советуем проплыть небольшие расстояния (из расчета пяти—десяти вдохов), а затем постепенно увеличивать их. Особое внимание надо обращать на полный выдох, от которого зависит полноценный вдох. Следует следить за тем, чтобы при вдохе корпус не поворачивался чрезмерно на бок, чтобы не делать вдох слишком рано или слишком поздно и чтобы не было отклонений в движении ног от вертикальной плоскости (рис. 17).

Когда последнее задание будет освоено, ребята смогут без особых усилий проплывать пятьдесят—сто метров и сдавать нормы по плаванию (комплекс ГТО).

## ● НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

### ДВУХКАМЕРНЫЕ ХОЛОДИЛЬНИКИ

В двухкамерных холодильниках есть холодильное отделение, где хранятся свежие продукты, и низкотемпературное — морозильник. Оба с отдельными дверцами. Работают они от одного холодильного агрегата.

Можно поддерживать температуру холодильной камеры от 0 до +6°C, а морозильной — до -18°C.

Испаритель в двухкамерных холодильниках оттаивается автоматически. С помощью специального устройства холодильник легко передвигать.

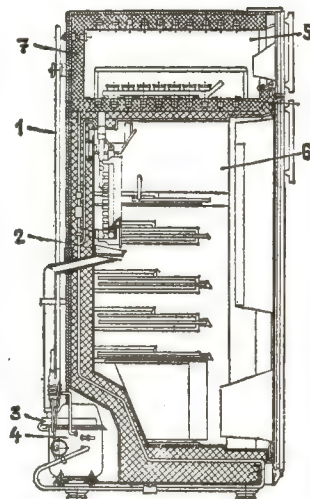
Вместимость холодильника 260—300 дм<sup>3</sup>. Три-

дцать—сорок процентов занимает морозильное отделение. Расход электроэнергии в среднем — 3,5 — 5,0 кВт·ч в сутки.

Выпускаются двухкамерные холодильники «Минск-15» типа КШД-260, «Бирюса-15» типа КШМХ-120/150 П, «Ока-6» и другие.

Инженер  
Д. Лепаев.

1 — конденсатор; 2 — приемник воды; 3 — выпариватель воды после оттаивания испарителя; 4 — мотор-компрессор; 5 — морозильная камера; 6 — холодильная камера; 7 — теплоизоляция.





Без красителей не было бы цветных карандашей, чернил, цветной фотографии, мир окружающих нас вещей стал бы блеклым и скучным.

Но что такое красители, почему они придают цвет предметам?

Вещества, обладающие окраской, поглощают из падающего на них видимого света некоторые лучи и отражают все остальные — цвет отраженных лучей и определяет окраску вещества. Например, желтый раствор йода поглощает фиолетовые и синие лучи, а желтые отражает.

Уже давно было замечено, что окраска вещества зависит от того, сколько в нем двойных сопряженных связей. Сопряженных — это значит разделенных простыми связями:  $—CH=CH—CH=CH—$ . Чем длиннее цепь сопряжения, тем глубже окраска вещества. Действительно, витамин А и каротин, содержащие несколько таких связей, окрашены в желтый цвет. (Вот почему морковь желтая — в ней много каротина.) То же относится и к бензольным кольцам, когда из них образуются молекулы некоторых органических веществ. Например, нафталин и антрацен (в них слеплены два и три шестичленных кольца) бесцветны, а вот соединения, молекулы которых состоят из пяти и шести колец, имеют зеленый и синий цвет. Когда же таких колец в молекуле очень и очень много, вещество поглощает все падающие на него лучи и выглядит черным. Поэтому графит — черный.



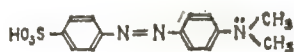
# СИНТЕЗИРУЕМ КРАСИТЕЛИ

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

Согласно одной из теорий цветности, окрашенное соединение должно содержать так называемую хромофорную группировку — это может быть, например, пара атомов, соединенных двойной связью: два атома углерода  $C=C$ , атомы углерода и азота  $C=N$ , два атома азота  $N=N$ . Очень полезно присутствие в молекуле так называемой ауксохромной группировки, несущей одну или несколько подвижных электронных пар: при ее наличии цвет вещества углубляется. Пример такой группировки — диметиламиногруппа —  $N(CH_3)_2$ . Придает цвет соединению и присутствие в молекуле хиноидных фрагментов:

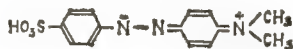


Вот, к примеру, краситель метиловый оранжевый, очень широко применяемый как индикатор на кислоты. Его можно найти в любой химической лаборатории. В молекуле этого красителя присутствует хромофорная двойная азот-азотная связь, ауксохромная диметиламиногруппа, бензольные кольца, в каждом из которых три двойные связи в кольцевом порядке чередуются с одинарными:



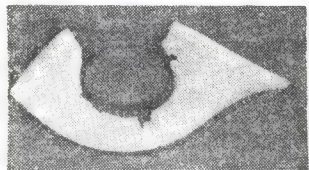
Структуру этого вещества можно также изобразить

формулой, в которой есть хиноидный фрагмент:



Уместен вопрос: а какое же строение в действительности имеют молекулы метилового оранжевого красителя? Оказывается, они имеют структуру, среднюю между указанными. Дело в том, что электроны, связывающие атомы в молекуле красителя и принадлежащие атомам азота свободные электронные пары, которые в связывании как бы не принимают непосредственного участия, поддаются смещениям. Что нужно сделать, чтобы из первой структуры получить вторую? Для этого нужно в первую очередь сместить электронную пару двойной связи азот — азот целиком на один из атомов азота (на левый в нашей формуле). Но тогда связанный с ним атом азота вытянет на себя из бензольного кольца вторую электронную пару. В бензольном кольце произойдет перераспределение электронов, оно приобретет хиноидную структуру, а свободная электронная пара с самого правого в приведенной формуле атома азота перейдет на связь азот — углерод. В результате на одном из атомов азота (самом левом) возникает отрицательный заряд, на другом (самом правом) — положительный. Так вот, на самом деле перераспределение электронов происходит не в такой полной мере, и на атомах азота возникают лишь частичные заряды.





## ГИГАНТЫ ОСТРОВА ПАСХИ НЕ БЫЛИ СЛЕПЫМИ

Остров Пасхи знаменит прежде всего тем, что на нем стоит около тысячи гигантских каменных статуй из вулканического туфа. Путстыми глазами смотрят они вдаль. Высота этих фигур, как правило, семь-восемь метров, но встречаются и колоссы выше двадцати метров.

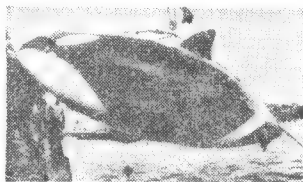
Уже более двадцати лет назад началось изучение этих статуй, выяснено, что они изготовлялись в период с девятого по семнадцатое столетие. На склонах вулкана Ранорараку найдено место, где их вырубали из скал базальтовыми орудиями.

Недавно сделано новое открытие: группа японских археологов нашла у подножия одной из статуй расколотое пополам глазное яблоко (см. фото). Оно сделано из белого кораллита, а вместо зрачка вставлен кружок из красного туфа. Глаз-

ное яблоко точно входит в глазницу статуи, около которой оно найдено, не остается даже щели, куда можно было бы просунуть кончик ножа. Кусочки кораллита находили около поверженных статуй и раньше, но считалось, что это камешки, которыми полировали статуи.

Археологи полагают, что глаза вставлялись только после доставки статуи на предназначенное ей место. Видимо, считалось, что эта операция вдыхает жизнь в каменного гиганта. Очевидно, во время межплеменных распрей противники стремились не только повалить и разбить монументы, воздвигнутые другим племенем, но и вырвать и разбить их глаза.

Кагаку Асахи  
№ 6, 1980.



## КАК ОТВАДИТЬ ДЕЛЬФИНОВ

Дельфины причиняют японским рыбакам немалые убытки, распугивая стаи рыб, опустошая рыбацьи сети.

Чтобы бороться с этой напастью, японское управление рыболовства создало пугало для дельфинов — чучело их злейшего врага, касатки. Длина чучела, буксируемого за судном, — четыре метра, внутри находится генератор ультразвука, издающий крик голодной касатки. Эффективность пугала доказана на практике.

Naturwissenschaftliche  
Rundschau № 7, 1980.

## ЦИФРЫ И ФАКТЫ

■ Магнитное поле Земли сейчас ослабляется, это заметно уже на протяжении 20 лет. Если так будет продолжаться, через 1200 лет оно упадет до нуля, а затем возникнет вновь, но будет иметь обратную полярность. Последняя смена магнитных полюсов Земли произошла 700 000 лет назад.

■ В начале века для производства одного киловатт-часа на тепловой электростанции требовалось 1300 граммов угля, в 1950 году — 580 г, а сейчас — только 300—330 г.

■ В СССР создан сверхбыстротвердеющий цемент. Меняя состав смеси, можно получать бетон со времени начала схватывания от нескольких минут до нескольких часов. Новый цемент позволяет вести бетонные работы при температуре до —40°C и отличается высокой прочностью.

■ Французские исследователи обнаружили в Сахаре племя туарегов, среди которого очень распространена цветовая слепота. Из проверенных на специальном приборе 82 членов племени 30 (более 36%) не смогли отличить синий цвет от зеленого.

■ Известно, что у физически не тренированного человека сердце даже в покое бьется быстрее, чем у спортсмена. Если измерять время в биениях сердца, получается, что среднетренированный любитель физкультуры ежегодно экономит 28 дней жизни.

■ В конце 60-х годов число научных журналов, издававшихся в США, ежегодно росло на 4%. В последние годы рост замедлился, но все равно составляет 2—3%.

■ В Австралии найдены окаменевшие остатки самой большой способной к полету птицы, которая когда-либо жила на Земле. Она весила 70—75 кг, размах крыльев составлял 7,5 м. Эта птица, питавшаяся мелкими животными, жила 5—8 миллионов лет назад.

■ Опыты, проведенные в США, показывают, что удлинение на ферме короткого зимнего дня до 16 часов с помощью лам увеличивает ежесуточные привесы крупного рогатого скота на 10% и примерно на столько же повышает удои коров в первые два месяца после отела. Увеличение привесов при этом почти не требует увеличения рационов.



# КОВАРНЫЕ МИНЕРАЛЫ

Доктор геолого-минералогических наук,  
профессор Д. ГРИГОРЬЕВ.

Рождающиеся во мраке земных недр и сверкающие на солнце драгоценные камни издавна вызывали восторг, удивление и даже некоторый суеверный страх. Камням-самоветам приписывали магические свойства. «Вот рубин, он врачует сердце, мозг, силу и память человека... Вот алмаз, блестящим дорожке и ценнее всех прочих... человек умрет от малейшей частицы его, истертой в порошок и данной в питье» — так записал в 1505 году слова царя Ивана Грозного английский посол в Москве Горсей.

Отбрасывая выдумки и говоря серьезно о влиянии минералов, не только драгоценных камней, на здоровье людей, нужно прежде всего вспомнить про их лечебные, лекарственные свойства.

Еще в седой древности врачеватели разыскивали и применяли в качестве лекарств некоторые минералы — природные соли. В папирусе «О приготовлении лекарств для всех частей тела», он был написан за 1400 лет до начала нашей эры, во времена фараона Аменхотена, упомянуто более десятка таких минералов. Грек Диоскорид в сочинении «Материаловедение», датируемом 64 годом нашей эры, особо выделил наряду с растительными и животными лекарства минерального происхождения.

Развитие химии позволило готовить лекарственные вещества в более чистом виде, чем натуральные, химики открыли способы получать из природного минерального сырья разнообразные лекарственные препараты. За ними в фармации до сих пор справедливо сохраняется название «лекарства минерального происхождения».

Известно, что любое лекарство при неумелом обращении с ним может принести гораздо больше вреда, чем пользы. В природе встречается немало минералов, требующих осторожного обращения, потому что они при некоторых обстоятельствах могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека.



Гравюра из книги Иоганна де Куба «Сад здоровья», изданной в Страсбурге в 1483 году. Средневековый врач останавливает кровотечение из носа с помощью минерала гелиотропа, или, как его еще называют, кровавина.

Сейчас, когда многие увлекаются коллекционированием и собирают не просто красивые камушки, а большие коллекции минералов, вероятно, следует отметить те минералы, при контакте с которыми необходимо соблюдать определенные меры безопасности.

Например, обычный минерал кальцит, тот самый, что мы абсолютно без всякого вреда и риска используем в виде зубного порошка, способен погубить человека, если его принять внутрь в большой дозе. Некоторые минералы в куске практически безопасны, но если они попадают в организм человека в виде порошка, могут оказаться вредными. И чем тоньше измельчение, тем они опаснее. Галит, то есть каменная соль, — минерал, без которого мы не можем жить, но для ребенка или для старика, у которых сопротивляемость организма понижена, столовая ложка галита может оказаться губительной. Нередко опасная доза определяется аллергическими факторами.

В старой минералогии широко рекомендуется при определении минералов пробовать их на вкус. Большинство минералов безвкусно, но есть соленые, горькие, сладковатые, есть жгучие, вяжущие, охлаждающие, с щелочным или с металлическим привкусом, есть даже тошнотворные. И поныне в учебниках и справочниках пишут, что по вкусу можно, например, различать встречающиеся вместе галит  $\text{NaCl}$  и горько-соленый сыльвин  $\text{KCl}$ . Здесь мы хотим предупредить любителей минералогии, что опасным может оказаться не только однократ-



ное воздействие большой дозы, но и малые повторяющиеся дозы. Не стоит проговаривать на язык халькантит или бутит — природные медные купоросы  $\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . По вредности они средним тем высокоопасным зеленым налетам, что образуются на медной и латунной посуде.

Из числа наиболее токсичных минералов следует особо выделить соединения мышьяка, сурьмы, меди, ртути, свинца. Это в первую очередь два оксида: арсенолит  $\text{As}_2\text{O}_3$ , его находят в виде октаэдрических кристалликов, волосков, звездчатых сростков, корочек и землистых масс, второй — клаудетит —  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ , он встречается в виде пластинок и столбчатых кристаллов. Оба минерала сравнительно редкие, сами по себе они белые, но бывают окрашены посторонними примесями в голубой, желтый или красноватый цвет. Образуются при окислении минералов, содержащих мышьяк и сурьму, иногда при колчеданных пожарах, то есть при самовозгорании серно-колчеданной руды, разогревающейся до красного каления.

В книгах по минералогии опасность арсенолита и клаудетита обычно не отмечается, тогда как аналогичные синтетические мышьяковое и сурьмяное соединения в медицине квалифицируются как очень ядовитые. Токсичны и другие соединения мышьяка и сурьмы, притом с трехвалентными атомами опаснее, чем с пятивалентными.

Медные, да и другие купоросы в природе встречаются не так уж редко. Интересно, что они образуются при окислении сульфидных руд либо в условиях сухого, пустынного климата (в южных районах), либо на севере, в зоне вечной мерзлоты, где также мало воды. Во влажном климате легко растворимые купоросы-сульфаты быстро выщелачиваются. Возникают купоросы и в местах колчеданных пожаров, выкристаллизовываясь из горячих водных растворов при охлаждении. При этом образуются красивые кристаллические корки, потеки, иногда сталактиты, обычно цветные: голубые с медью, зеленватые с железом. Если при неосторожном обращении медный купорос попадает человеку на слизистую оболочку, это вызывает воспалительные процессы и другие осложнения. Вред здоровью человека, к сожалению, может наносить и самый прекрасный из медьсодержащих минералов — карбонат с формулой  $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$  — малахит, если резка, шлифовка, обработка этого камня ведется всухую. Малахитовая пыль активно ядовита. В сказе П. Бажова «Каменный цветок» есть такие строчки: «И то сказать, нездорово это мастерство, с малахитом-то. Отрава чистая».

Труд типографских наборщиков издавна считается весьма вредным. Потому что раньше, со времен Иоганна Гутенберга, с XV века и до тех пор, пока не изобрели специальный типографский сплав, литеры шрифтов отливали из чистого свинца. При долгом употреблении они снашивались, образовывалась вредная для здоровья свинцовая пыль.

Наверное, все знают, сколь вредна жидкая самородная ртуть, особенно вдыхание

ее паров. Переход ртути в пар интенсивнее идет при нагревании. Во время постройки Исаакиевского собора в Петербурге купола золотили не как ныне, а огневым способом. На медные листы кровли наносили раствор золота в ртути, потом под листы ставили жаровни, ртуть выгонялась, а золото приставало к меди особо прочно. Но увы, такой способ золочения, по свидетельству современников, погубил только на этой стройке шестьдесят рабочих...

В химии к числу весьма ядовитых относят и соединения бериллия, если они попадают в человеческий организм в усвояемой организмом форме. Природные силикаты разновидности берилла  $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  — голубой аквамарин, розовый воробьевит, изумруд, хризоберилл с его необыкновенной разновидностью александритом — все они отличаются высокой прочностью, твердостью, стойки к всевозможным растворителям. И практически эти минералы не усваиваются организмом. А режут, шлифуют и полируют их всегда с водой.

Природный железный купорос — мелантерит  $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , минерал, образующийся в зоне окисления и возгорания серноколчеданных руд. Его готовят и искусственно, он широко применяется в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями садовых и других растений. Разноцветные кристаллики минералов мелантерита, халькантита, других сульфатов с Ni, Co, Mn, Zn очень похожи на леденцы. Зарегистрировано немало случаев отравления детей этими соблазнительными на вид кристалликами. Значит, необходима особая осторожность при хранении этих минералов. Барит  $\text{BaSO}_4$ , сульфат, практически нерастворимый, совершенно безвреден. Его обычно пьют (тонкий порошок, взвешенный в воде) при рентгенографии желудка. А вот карбонат бария витерит  $\text{BaCO}_3$ , растворимый в воде и особенно нитробарит  $\text{Ba}[\text{NO}_3]_2$  проглотить опасно!

Совершенно особая тема — это обращение с минералами радиоактивными, содержащими уран, торий и промежуточные продукты распада атомов этих элементов, прежде всего радий. В наше время опасное воздействие на человека ядерных излучений широко известно, но не так было, когда супруги Кюри манипулировали с радием, чтобы установить свойства нового элемента. Четыре года они занимались на руднике переработкой отходов урановой смолки, чтобы в конце концов выделить 0,1 г чистой соли радия. Ева Кюри в книге «Мария Кюри» пишет о руках матери, обожженных излучением, и приводит слова профессора Рего: «Мадам Кюри может считаться одной из жертв длительного общения с радиоактивными телами».

В наши дни есть надежные средства защиты от ядерных излучений, вместе с тем введены строжайшие правила хранения радиоактивных материалов. При всем этом в руки к любителям минералов могли попасть из старинных коллекций радиоактивные образцы. И если кто-либо держит в своей коллекции ярко-желтые и зеленые урановые



слюдки или смоляно-черный уранинит, окруженный оранжевой каймой гуммита, уповаю на медлительность их лучевого воздействия, мы говорим, что этого делать ни в коем случае нельзя, это опасно. О всех «подозрительных» минералах посоветуйтесь со специалистами.

Есть еще одна серьезная медико-минералогическая проблема, о которой стоит здесь сказать, хотя она мало касается коллекционеров. Речь пойдет о силикозе — болезни легких, название которой произведено от слова силика, то есть двуокись кремния,  $\text{SiO}_2$  — таков химический состав кварца. Болезнь прежде всего появилась у горняков, подолгу работавших на карьерах и в шахтах, залеженных среди горных пород, содержащих много кварца. Потом похожее заболевание стало проявляться и у тех, кто занимался разработкой различных волокнистых минералов — асбестов, чешуйчатых — талька и хлорита. Оказалось, что заболевания вызывают пылевые частицы этих, а также некоторых других рудных минералов, если они долгое время проникают в легкие человека.

Открыв причину силикоза, врачи и горняки занялись мерами профилактики, ввели бурение с обязательной промывкой водой, орошение руды и камня, интенсивную вентиляцию, очистку воздуха, а где надо — работу в респираторах. И острота проблемы миновала.

Итак, минералы способны лечить болезни и они же могут быть причиной заболеваний. Здесь мы несколько сконцентрировали внимание на негативных качествах некоторых минералов, чтобы еще и еще раз сказать коллекционерам: любуясь своими каменными сокровищами, не упускайте из виду необходимые меры предосторожности. Не приобретайте камни, несущие опасность, и без них есть много интересного и прекрасного в обширнейшем «царстве минеральном». Образцы, требующие осторожного обращения, храните так, чтобы они не попа-

ли в руки детям. В этом списке, кроме названных ранее, из числа наиболее часто встречающихся в личных и учебных коллекциях: азурит  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ , антимонит  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , аурипигмент  $\text{As}_2\text{S}_3$ , галенит  $\text{PbS}$ , крокоит  $\text{Pb}[\text{CrO}_4]$ , куприт  $\text{Cu}_2\text{O}$ , марказит  $\text{FeS}_2$ , молибденит  $\text{MoS}_2$ , шприт  $\text{FeS}_2$ , пироморфит  $\text{Pb}_5[\text{PO}_4]_3\text{Cl}$ , реальгар  $\text{AsS}$ , сера  $\text{S}$ , сильвин  $\text{KCl}$ , скородит  $\text{Fe}[\text{AsO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , тенорит  $\text{CuO}$ , халькопирит  $\text{CuFeS}_2$ .

И вместе с тем не следует преувеличивать все рассказанное здесь. Ведь не встречается охотников нарочно глотать камни цельные или измельченные. Совершенно безвредно брать в руки минералы, содержащие свинец, например, галенит, равно и халькопирит с медью, а вот вырезать какие-то фигурки из глыбы свинца, мелкозернистого галенита, шлифовать и полировать их — это уже не безопасно, если не прибегнуть к защитным мерам.

Работая в течение полувека с массой самых различных минералов, руд, горных пород, широко общаясь с любителями и исследователями минералов в нашей стране и во многих других странах, автор этих строк только однажды столкнулся с явным примером отравления, к счастью, легкого, происшедшего при дроблении и измельчении опытной партии медной руды. И произошло это по небрежности людей.

В заключение хочется снова сказать о полезном влиянии минералов на человека, на этот раз о влиянии психологическом. Нежно беря в руки камни, наслаждаясь красотой цвета, сверканьем и совершенством формы кристаллов и друз, отдыхаешь душой и телом, оталекаясь от мелких повседневных тревог и забот, неизменно получаешь большую радость. На такое лекарство хотелось бы всем выписать рецепт.

## Н О В Ы Е К Н И Г И

Цявловская Т. Г. **Рисунки Пушкина**. Изд. 2-е, пересм. и расш. М., «Искусство», 1980. 446 с. с илл. 50 000 экз. 2 р. 70 к.

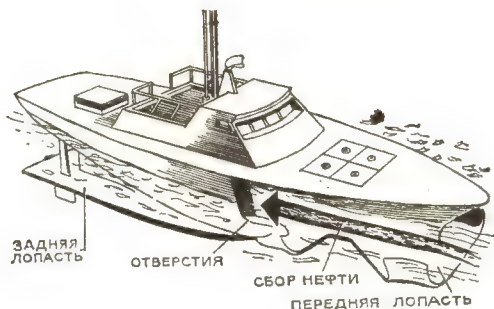
Книга замечательной исследовательницы жизни и творчества Пушкина Татьяны Григорьевны Цявловской, посвященная графическому наследию поэта, вышла вторым, дополненным изданием. Более полутора тысяч рисунков Пушкина разработано по сотням страниц черновых рукописей, на отдельных листках, в альбомах его друзей. Исследователям постепенно удастся установить, кто же изображен на том или ином из них. Большинство

рисунков, воспроизведенных в этой книге, публикуется впервые. Издание, выполненное на высоком полиграфическом уровне, привлечет внимание всех почитателей таланта великого русского поэта.

**Прекрасное — своими руками**. Сост. С. С. Газарян. Цв. фото Н. Зимина. М., «Детская литература», 1980. 158 с. с илл. (Серия «Знай и умей»). 100 000 экз. 85 к.

Эта книга для ребят среднего и старшего возраста, желающих посвятить свое свободное время какому-нибудь виду декоративного искусства, такому, как филлигрань, витраж, мозаика, резьба по дереву, игрушки из соломы, чеканка, ткачество, кружево, эмаль и др. В каждом очерке дана краткая технология работы.





## ДЛЯ ОЧИСТКИ МОРЯ

Очистка моря от нефти, разлитой при авариях танкеров,— важная проблема для приморских стран, да и для здоровья всей земной биосферы.

Специальное судно-чи-стильщик, проектируемое во Франции, должно иметь по бокам корпуса продольные щели, наподобие рыбьих жабр, и лопасти, направляющие в эти щели поверхностный слой воды с нефтью. Форма лопастей, щелей и каналов, идущих от них в корпусе, рассчитана таким образом, что поток воды в этих каналах при движении судна закручивается вокруг продольной оси. В возникающем водовороте нефть как более легкая жидкость оказывается в центре. Отсюда ее можно откачать насосом.

Испытания, проведенные на макете длиной 3,5 метра, дали обнадеживающие результаты. Идеей заинтересовалась компания «Шантье Франс — Дюнкерк». Предполагается строительство действующего прототипа длиной 15—20 метров. Такое судно сможет действовать на мелководье, где нет сильных волн. Его испытания позволят накопить опыт и приступить к постройке настоящего судна длиной 50—60 метров, которое сможет работать при волнах высотой до трех метров. В прибрежных водах Франции более сильное волнение бывает в среднем лишь 75 дней в году.

Le Monde,  
17.2.1982.

## НА 2000 ЛЕТ РАНЬШЕ ГАЛИЛЕЯ

В 1610 году Галилей объявил об открытии четырех спутников Юпитера. Он обнаружил их с помощью своего телескопа, увеличивавшего в три-четыре раза. Но так как два самых крупных спутника этой планеты имеют звездную величину 5—5,5, то люди с хорошим зрением при благоприятных условиях могут видеть их и простым глазом (для невооруженного глаза недоступны светила, начиная с седьмой величины).

Самое древнее письменное свидетельство наблюдения спутника Юпитера обнаружено недавно китайскими астрономами при изучении трактата по астрологии, составленного в 718—728 годах нашей эры. Цитируя по не дошедшим до нас документам слова Ган Дэ — одного из самых древних китайских астрономов (IV век до нашей эры), автор трактата пишет, что Ган Дэ видел маленькую красноватую звездочку, следовавшую за Юпитером. Видимо, это был Ганимед или Каллисто, крупнейшие спутники Юпитера. Так как в трактате указано, в каком созвездии был тогда Юпитер и как он двигался по небу, эксперимент в Пекинском планетарии позволил показать, что Ган Дэ мог наблюдать один из спутников Юпитера летом 364 года до нашей эры, почти за 2000 лет до Галилея.

Sky and Telescope  
№ 2, 1982.

## ЦИФРЫ И ФАКТЫ

■ Почти 30% всех научных работников ГДР занимаются вопросами экономики металлов и энергии в промышленности на начальных стадиях разработки машин, сооружений и технологий, когда меры по такой экономии наиболее эффективны.

■ Согласно оценкам Международного агентства по атомной энергии, атомные электростанции в отличие от тепловых меньше зависят от цен на топливо. Увеличение цен на уран в два раза вызовет рост стоимости электроэнергии, производимой на АЭС, на 10%. Аналогичный скачок цен на органическое топливо должен привести к удорожанию электроэнергии, производимой на ТЭС, примерно на 65%.

■ В Японии строится завод по выпуску угле-нефтяной эмульсии для сжигания в топках электростанций. Особая добавка, вносимая в количестве 0,1%, обеспечивает сохранность эмульсии без расслоения в течение месяца. Смесь, содержащая равные по весу количества нефти и угля, может сжигаться в обычных топках для жидкого топлива, и в то же время за счет сравнительной дешевизны угля она дешевле нефти.

■ Пластины, из которых собирают сердечник трансформатора, для уменьшения потерь энергии, ослабления нагрева и шума покрывают лаком, который затем сушат несколько часов в печи. Канадские инженеры применили для той же цели клей «локтит», твердеющий при освещении ультрафиолетовым светом за 30 секунд.

■ Двум американским биологам удалось методами генной инженерии пересадить часть генов зеленой фасоли в клетки подсолнечника. Полученный гибрид они назвали «солнечной фасолью».

Доцент М. ГРИНЕНКО.

Что такое здоровье? Вопрос может показаться пустым. Но определить конкретное содержание этого привычного понятия действительно не просто. По современным представлениям, в основе здоровья лежит способность организма приспосабливаться к меняющимся условиям внешней среды. Именно диапазон этого приспособления определяет полноту здоровья. В каждом человеке заложена естественная способность к приспособлению. К сожалению, мы эту способность часто не повышаем, а снижаем. Например, утром, подойдя к умывальнику, открываем вначале горячую воду, а затем холодную и умываемся теплой водой. Потом привыкаем к ней и можем даже простудиться, если вдруг в силу обстоятельств вынуждены умываться холодной. Но есть и обратные, более оптимистические примеры: действуя постепенно, можно закалить себя так, что даже купание

в проруби не принесет никакого вреда.

Устойчивость к неблагоприятным воздействиям — холоду, жаре, переутомлению, инфекции — можно повысить с помощью физической тренировки. Благодаря ей организм получает дополнительный запас прочности. Даже вирусным гриппом тренированные люди болеют гораздо реже, чем нетренированные, а простудным заболеваниям они подвержены в 3—4 раза меньше.

Роль физической тренировки особенно возросла в последние десятилетия, когда механизация труда и быта резко снизила повседневную затрату физических усилий. Недостаток мышечной активности — одна из основных причин многих заболеваний, в первую очередь сердечно-сосудистых. С другой стороны, регулярная физическая тренировка — хорошее средство профилактики. Исследования специалистов

ГЦОЛИФК и Всесоюзного кардиологического научно-го центра АМН СССР на одном из промышленных предприятий Москвы показали, что под влиянием шестимесячной физической тренировки у большинства людей с проявлениями артериальной гипертонии давление нормализовалось. Положительный опыт дали и «группы здоровья» при Центральном стадионе им. В. И. Ленина: более чем у двух с половиной тысяч человек под влиянием регулярных и многолетних занятий физическими упражнениями пришли к норме биохимические показатели крови (их связывают с развитием атеросклероза), улучшилось состояние всех систем организма, а старение двигательных функций задерживалось на 10—15 лет. В результате многие продолжали трудиться в возрасте 60—70 лет и даже после 70.

Возникает вопрос: сколько и как надо тренировать-

Вид упражнений	Скорость км/час	Расход энергии	
		ккал/мин	ккал/час
 Ходьба	3,0-4,0 5,0-6,0	3,5-4,0 5,0-6,5	200-240 300-390
 Бег	6,0-6,5 11,0-13,0	8,0-8,5 13,0-17,0	480-500 800-1000
 Плавание	0,5-0,6 1,8-3,0	3,5-4,0 6,5-11,5	200-250 400-700
 Ходьба на лыжах	7,0-8,0 10,0-15,0	7,5-8,5 11,5-18,0	450-500 700-1100
 Езда на велосипеде	4,0-5,0 10,0-12,0 18,0-20,0	3,0-3,5 5,0-6,0 8,0-10,0	180-200 300-350 500-600
 Гребля	3,0-3,5 5,0-5,5	4,0-5,5 9,0-11,0	250-320 550-650
 Катание на коньках	-	5,0-8,5	300-500

Таблица 1

Таблица 2

	ккал/час
 Волейбол	250-300
 Бадминтон	300-350
 Настольный теннис	250-300
 Теннис	400-450
 Футбол	450-500
 Баскетбол	550-600
 Утренняя гимнастика /15 мин/	40-50 ккал.



ся, чтобы быть здоровым? Существуют разные подходы к этому вопросу. Одни специалисты считают, что нормой может быть количество шагов — 10—15 тысяч в течение дня, другие называют 6—10 часов занятий физической культурой и спортом в неделю, третьи определяют объем мышечной работы в килокалориях — 1200—2000 килокалорий в сутки. Из всех этих способов учет физической нагрузки по энергозатратам, а есть в килокалориях, можно считать наиболее точным. Действительно, количество шагов характеризует лишь часть затрат, ведь человек выполняет много других движений. Учет физической нагрузки в часах также имеет существенные недостатки, так как за одно и то же время можно выполнить разную работу.

Оценка двигательной активности в килокалориях позволяет связать воедино всю физическую деятельность человека — трудовую и занятия физическими упражнениями. Расход энергии в зависимости от вида труда известен. Исходя из этого можно определить объем физической тренировки. Для людей умственного и легкого физического труда это не менее 400—600 килокалорий в день, или 3000—4000 килокалорий в неделю. Нужную нагрузку вы можете подобрать, воспользовавшись данными, приведенными в таблицах 1 и 2.

При выполнении многих упражнений — ходьба, бег, плавание, ходьба на лыжах, езда на велосипеде, гребля, катание на коньках — в работу включаются крупные группы мышц и организму требуется значительный объем кислорода. Такие упражнения развивают преимущественно сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Для более целенаправленного воздействия на отдельные мышечные группы, развития силы, ловкости, гибкости необходимо включать и гимнастические упражнения.

Оценить расход энергии во время физической тренировки можно по частоте

Таблица 3

Частота сердечных сокращений (уд./мин)	Расход энергии (ккал/мин)
80—100	2,5—5,0
100—120	5,0—7,5
120—140	7,5—10,0
140—160	10,0—12,5
160—180	12,5—15,0

Таблица 4

Показатели	Физическая нагрузка	
	достаточная	чрезмерная
Самочувствие	хор., удовл. (не ухудшается)	неудовл. (ухудшается)
Сон	нормальный	ухудшается
Аппетит	нормальный, повышенный	ухудшается
Слабость	не появляется	появляется
Боль (головная, в области сердца)	не появляется	появляется
Пульс (через 10 мин. после физической тренировки)	менее 90 уд./мин	свыше 90 уд./мин

сердечных сокращений (пульсу) (см. табл. 3). Наибольший эффект дают такие режимы упражнений, при которых частота сердечных сокращений повышается до 100—180 ударов в минуту (пульс подсчитывается сразу же после выполнения упражнений за 10 с и умножается на 6). Это объясняется тем, что в таком диапазоне сердце, получая тренировку, работает в оптимальном режиме.

Естественно, нагрузка и связанная с ней частота сердечных сокращений варьируются в зависимости от возраста и состояния здоровья.

I группа. Молодой и средний возраст без нарушений здоровья — до 120—170 и 100—140 уд./мин соответственно.

II группа. Молодой и средний возраст с незначительными нарушениями — до 110—150 и 100—130 уд./мин, а также пожилой возраст без нарушений — до 100—130 уд./мин.

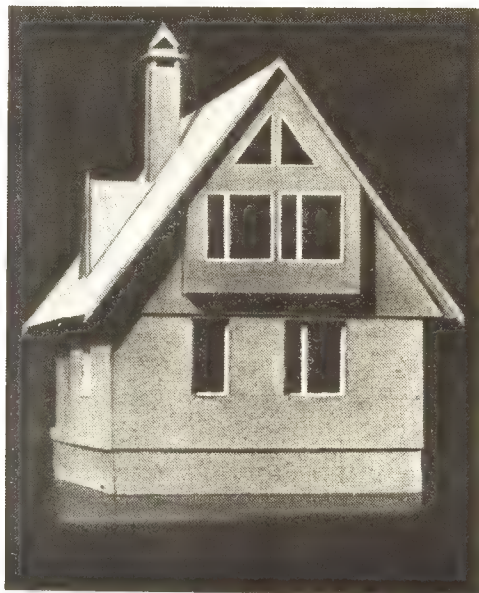
III группа. Пожилой возраст с некоторыми нарушениями — до 90—110 уд./мин.

Прежде чем приступить к занятиям, нужно посоветоваться с врачом.

Это необходимо сделать и в тех случаях, когда вы желаете возобновить занятия после перенесенной болезни. Кроме того, занимаясь, вы должны следить за своим самочувствием. Самоконтроль поможет правильно подобрать физическую нагрузку (см. табл. 4).

Уже через два-три месяца занятий спортом вы станете ощущать бодрость, улучшение самочувствия, силу в мышцах. Для оценки эффективности тренировки запишите в начале занятий, а затем через два-три месяца такие показатели: частоту сердечных сокращений в покое за 1 минуту; время, за которое вы пробежите или проходите быстрым шагом дистанцию 2000 метров; сколько раз вы отождметесь от пола или скамейки; сколько раз сможете из положения лежа перейти в положение сидя.

Если частота пульса у вас уменьшилась, если вы стали быстрее ходить и бегать, больше выполнять силовых упражнений, значит, физические упражнения приносят пользу. Значит, вы на правильном пути к крепкому здоровью.



# АРХИТЕКТУРА

(РАЗМЫШЛЕНИЯ ПО ПОВОДУ

Фасад дома со стороны жилых комнат (спален). Эркер на фронтоне соответствует общей комнате на мансарде.

Почти все виды искусства в наши дни стали открыты для непрофессионалов: повсюду работают студии самодеятельных художников и народные театры, действуют музыкальные, литературные кружки, проходят конкурсы самодеятельной песни. Истоки этого процесса вполне очевидны — речь идет о приобщении широких масс к культурной деятельности, о раскрытии способностей человека.

Из всех видов искусств одна только архитектура, по всей видимости, составляет исключение и переживает как будто бы совсем обратный процесс: самодеятельного (то есть любительского) творчества в ней сейчас практически нет. Вероятно, это объясняется сложностью и особой природой архитектуры как искусства. Хорошо определив эту природу один из теоретиков современной архитектуры Р. Бэнем. Он сказал: если живопись и скульптура, музыка и поэзия — только искусства, озаряющие мир человека, то архитектура — часть этого мира.

Формирование этой рукотворной части мира предъявляет особые требования к высокому профессиональному уровню деятельности архитектора. В ней должны слиться воедино польза, красота и экономичность. Поэтому архитектурное творчество и строительство облечены в четкие формы деятельности государственных проектных и строительных организаций, то есть носят сугубо профессиональный характер.

Даже такая широчайшая в прошлом область народного творчества, как архитектура сельского жилища, и та сегодня испытывает мощное влияние индустриализации строительства и централизации архитектурного проектирования. На селе ширится строительство усадебных домов по совре-

менным типовым проектам с применением деталей заводского изготовления. В лучших проектах, уже апробированных в разных районах РСФСР, Белоруссии, Литвы и других республик, воплощены достижения архитектурно-строительной науки, призванные обеспечить комфорт жилища, хорошую тепловую защиту, экономичность в строительстве и эксплуатации. Все большую долю в сооружении сельских домов принимают на себя крупные строительные организации.

Однако, кроме централизованного и индивидуального сельского строительства, у нас есть еще одна область — строительство домов на садовых участках рабочих и служащих. В последние годы во многих районах страны горожанам были выделены новые земельные массивы под садовые участки. Тысячи и тысячи людей стали их осваивать, сажать сады, строить дома. И перед каждым возникла проблема: каким должен быть садовый дом? какой выбрать проект? из каких материалов строить?

Попробуем ответить на некоторые из этих вопросов. Остановимся прежде всего на архитектуре. Должны ли упомянутые выше тенденции централизации архитектуры и строительства распространяться на садовый дом? Вероятно, найдутся люди, которые скажут, что сегодня не стоило бы пропагандировать самодеятельное строительное творчество в этой области. Несколько хороших каталогов с самыми разными проектами, массовое заводское производство садовых домиков могли бы решить проблему. Но пока этого нет, и с этим приходится считаться. Кроме того, садовые дома часто и, надо сказать, весьма практично строят из материалов, бывших в употреблении — бревен и старых срубов, кирпича от сносимых построек, тарной доски и упаковочного картона. Заранее разрабатывать проекты с использованием таких «вторичных» строительных материалов нет смысла — всякий раз это дело сугубо индивидуальное. И, наконец, еще одно немаловажное обстоятельство: велика тяга городского жителя самому столярничать и плотничать, строить по собственному представлению, по своему вкусу. Вот и выходит, что не одна, а несколько причин — и материальных и, если угодно, психологических — за самодеятель-

## ● НА САДОВОМ УЧАСТКЕ



# САДОВОГО ДОМА

## САМОДЕЯТЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА)

Доктор  
архитектуры  
И. СМОЛЯР.

ное строительство садовых домиков (во всяком случае, какой-то их части). Значит, есть смысл рассказать широкому читателю об основах профессионального подхода к замыслу и строительству садового дома.

### ВЫБОР ПЛАНА ДОМА

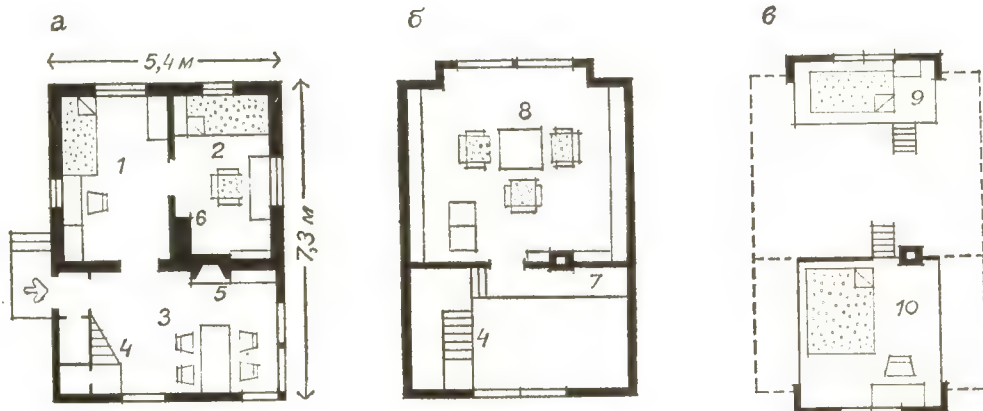
В настоящее время уставами садоводческих товариществ существенно увеличена площадь садового дома в плане — до 25 кв. метров (плюс веранда до 10 кв. метров). Можно также устраивать мансарду (но не во всех республиках) и ставить печь на твердом топливе для отопления. Все это дает возможность разработки многих вариантов архитектурно-строительных и объемно-планировочных решений дома.

Чтобы реализовать эти возможности, вовсе не обязательно прибегать к сложному контуру плана с выступами и отступами, к ломаной или разноскатной кровле, разновысоким стенам и т. п. Пусть это будет, к примеру, прямоугольный дом с самой обычной двухскатной кровлей. Форма плана определяется соображениями экономного ограждения строительного объема, и это хорошо знает каждый строитель. Часто строят квадратные в плане ( $6 \times 6$  м) дома, получая при этом наибольший выход площади пола при наименьшем периметре наружных стен. Но 6-метровый пролет не просто перекрыть потолочными балками

без промежуточной опоры — внутренней несущей стены. Последняя же разделяет пространство основного этажа на примерно равные части и ограничивает свободу выбора планировки. Поэтому предпочтительнее в плане дома иметь прямоугольник с короткой стороной 4,5—5 метров, которая довольно легко перекрывается без промежуточной опоры. А это позволяет проектировать интерьер или в виде единого большого пространства, или же разбить его на отдельные помещения — в соответствии с общим замыслом.

Внутренняя организация дома зависит от состава семьи, уклада ее жизни и других особенностей. Этих особенностей множество, и поэтому в самой основе идея построения интерьера дома всегда индивидуальна. Однако сами люди, как правило, хорошо осознавая свои запросы, так сказать, житейски, не всегда способны найти их четкое архитектурное воплощение. Например, многие самодеятельные зодчие стремятся по-

Потажные планы садового дома, приведенного на фото в заголовке статьи. Размеры дома  $5 \times 7$  м по внутреннему периметру стен. а — план первого этажа, б — план мансарды, в — план второго уровня мансарды. 1 и 2 — жилые комнаты (спальни). 3 — двухсветная веранда, 4 — лестница на мансарду, 5 — камин, 6 — печь, 7 — галерея, 8 — общая комната на мансарде, 9 и 10 — спальные места на втором уровне мансарды.



строить себе дома, разделенные на как можно большее число пусть небольших, но непременно изолированных комнаток, наподобие пчелиных сот. Когда в этих домах начинают жить, хозяева постепенно сами осознают постигшую их неудачу, а другие так и не могут до конца понять, какие неудобства они себе создали и какие возможности упустили.

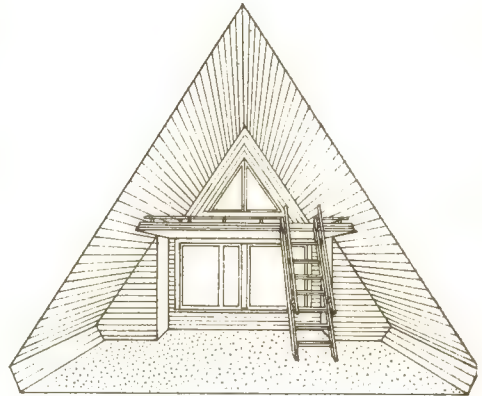
Дело в том, что садовый дом, разнообразность так называемого «второго жилища», предназначен для отдыха, преимущественно семейного. Вместе с тем отдых здесь тесно сливается с активным трудом на участке. Это, несомненно, составляет важнейшую особенность дома, которая должна сказаться и на его внутренней организации.

Опыт подсказывает: по структуре садовый дом не должен подражать основному жилищу, городской квартире—их назначение различное. Для садового дома пригоден один общий, более или менее универсальный принцип, учитывающий запросы разных людей: в нем надо иметь достаточное по размеру многофункциональное общее помещение, в равной мере удобное и для проведения досуга (отдых у камина, у телевизора, за столом и т. д.) и для некоторых рабочих операций (консервирование фруктов, хозяйственные поделки и т. п.). Это жилое и в то же время рабочее помещение должно быть по возможности не занято постоянными спальными местами. Отсюда следует, что дом будет разделен на две неодинаковые по назначению и по величине части: одна — общая, другая — со спальными местами для членов семьи. Причем спальные — это не обязательно отдельные изолированные комнаты, а, к примеру, различные «ниши», «кулисы», «полати», тем или иным способом обособленные или полуобособленные от основного помещения. Проще говоря, цель такая: создать большие жилые и рабочие помещения, присоединить к ним маленькие спальные и побочные помещения и избежать коридоров и прочей бесполезной площади.

### ЗОНЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

Существуют варианты и в расположении помещений дома «по вертикали». Например, наиболее распространенное размещение общей семейной комнаты внизу, а личных помещений наверху, на мансарде, при всех очевидных удобствах тоже нельзя считать каноном. Есть свои достоинства и в обратном расположении — когда на первом этаже, в более капитальной и отапливаемой части дома размещаются спальные комнаты. Это обеспечивает комфорт и продлевает сезон отдыха с ранней весны до поздней осени. А на мансарде устраивается одно большое помещение с двусторонним светом, наподобие студии, в котором можно поставить легкий металлический камин (с присоединением его к дымоходу, идущему от печи в первом этаже). Такое решение эффективнее с точки зрения более полного использования объема дома.

Вообще строительный объем небольшого дома нужно стремиться использовать максимально. Очевидное следствие из этого — устройство мансарды в пространстве чердака. Стремление иметь здесь «нормальную» комнату или комнаты прямоугольного сечения (без скошенных углов потолка) привело к повальной моде на так называемые ломаные крыши. Устройство такой крыши несколько сложнее, чем обычной двухскатной кровли, и приводит к сочетанию очень пологого и очень крутого скатов. И тем не менее все равно комнаты на мансарде выходят низковатыми, в них мало воздуха. Особенно это ощущается летом, когда крыша прогревается солнцем.



Между тем есть гораздо более простое и эффективное решение: не пытаться скрыть, изменить пространство под кровлей, а принять его таким, каким оно получается само собой в габаритах треугольной стропильной конструкции. Для этого стропила должны быть поставлены достаточно круто — под углом 53—55° к горизонтальной плоскости и на всю стандартную длину промышленной обрезной доски (около 6 м). Кровля утепляется (прежде всего для защиты от летнего перегрева), а образующиеся наклонные стены обшиваются изнутри доской или строительным картоном до самого конька крыши. Получается высокое (до 4—4,5 м) и очень просторное мансардное помещение с новыми дополнительными возможностями использования пространства. Так, по ригелям, связывающим стропила, кое-где можно уложить горизонтальные площадки (типа полостей третьего этажа), увеличивающие площадь пола. Указанным способом можно увеличить объем мансарды и площадь пола в ней в 2—2,5 раза по сравнению с расхожим «комнатным» приемом. Кроме того, возникает достаточно интересный архитектурный эффект за счет организации пространства интерьера во многих уровнях.



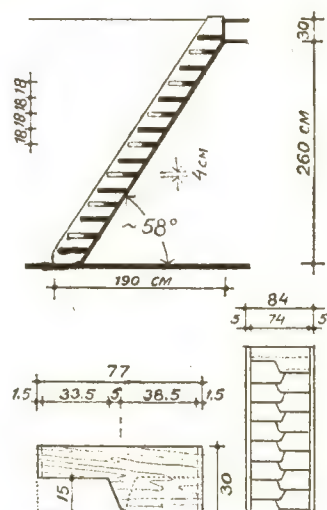
## ЛЕСТНИЦА НА ВТОРОЙ ЭТАЖ

При любом варианте мансардного дома (особенно при таком, какой описан выше) устройство лестницы с первого этажа на мансарду — весьма ответственная и очень непростая задача. Лестница должна быть удобной, то есть прежде всего достаточно пологой, иначе связь помещений «по вертикали» будет фактически разорвана. В то же время она не должна отнимать много площади, которую внутри дома всегда приходится экономить. Поэтому первая рекомендация по проектированию носит характер запрета: не выгораживать для внутренней лестницы специальное помещение (как это подчас делают самодеятельные строители по какой-то отдаленной и неосознанной аналогии с лестничной клеткой городского типа) — это всегда означает неэкономное расходование пространства садового дома. Лучше, чтобы лестница размещалась непосредственно в помещении общего пользования — в большой комнате или на веранде, становясь полноправной частью интерьера и обогащая его.

Что касается удобства лестницы, то оно зависит от ее конструкции — крутизны, размера ступеней, промежуточных площадок, от расположения в плане дома и т. д. Нежелательно делать лестницу с уклоном более  $40^\circ$  — иначе по ней будет тяжело подниматься. Важно также правильно выбрать размер ступеней — их высоту и ширину. Если допустить здесь просчет, то даже пологая лестница может оказаться менее удобной, чем крутая.

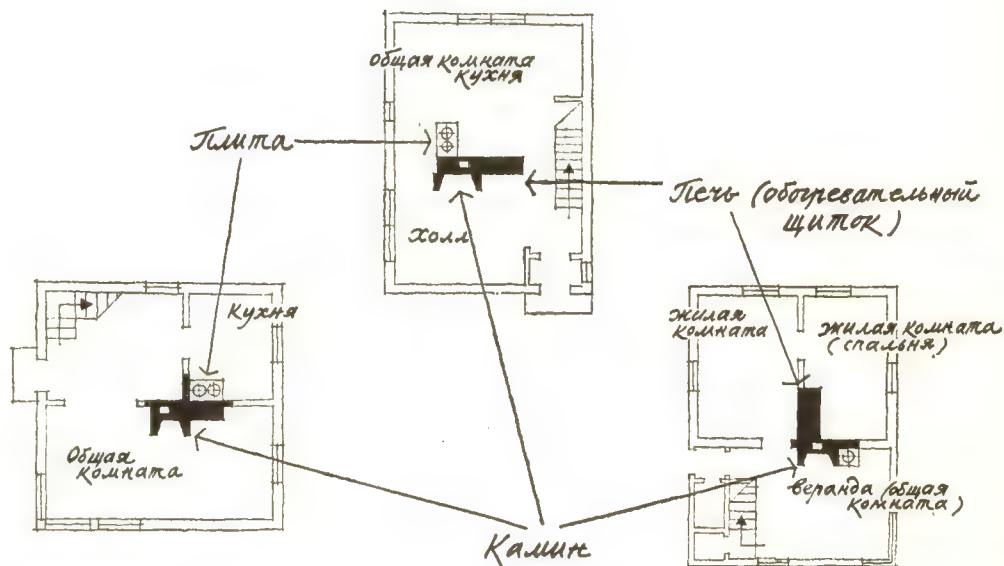
Известная эмпирическая формула, по которой можно рассчитать «удобную» лестницу:  $2a + b = 63$  см, где «а» — это высота ступени (подступенок), а «в» — ширина ступени (проступь). Вот некоторые ориентировочные размеры: подступенок — не более

20 см, проступь — не менее 25 см, ширина марша от стены до оси перил — не менее 70—75 см, высота перил — 90 см. Если из-за недостатка места лестница выходит все же достаточно крутой, то крутизна может быть смягчена особой конструкцией ступеней (см. рисунок).



Следует также иметь в виду, что при одинаковой крутизне двухмаршевая лестница (с промежуточной площадкой) всегда удобнее, легче «на подъем», чем одномаршевая. Еще удобнее трехмаршевая лестница. Она, конечно, занимает больше места. Но эта

Варианты расположения печи, плиты и камина.

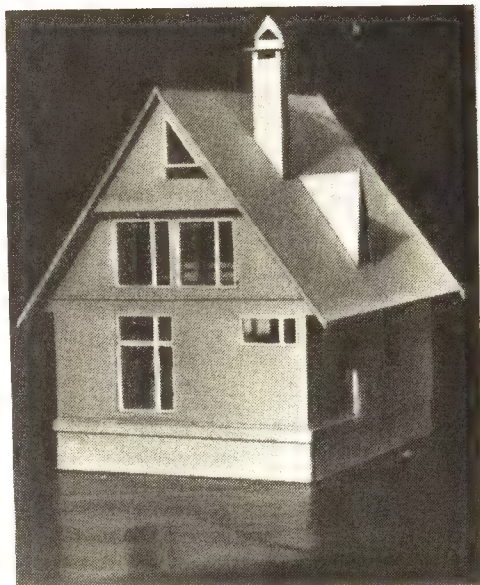


некоторая неэкономичность с лихвой искупается тем, что 2—3 марша удобно вписываются в разного рода утлы, где при повороте сами собой образуются промежуточные площадки.

## ОТОПЛЕНИЕ

Составив некоторое представление о планировке садового дома, нельзя не остановиться на домашнем очаге. Строго говоря, начинать проектировать дом надо именно «от печки». Если же о размещении печи вспоминают в последний момент, может оказаться, что ее вроде бы и ставить некуда, везде она мешает. В итоге — нерациональные решения. Например, отопительная печь оказывается не в центре дома, где ее законное место, а у наружной стены. Обогреть отсюда весь дом труднее. Кроме того, между печью и стеной необходима противопожарная отступка, а это расход полезного объема. Если печь у стены, то дымовая труба выходит внизу ската кровли. Здесь она испытывает больше снеговой нагрузки, и в нее могут задувать завихрения воздуха, срывающиеся с конька кровли, заставляя обитателей дома тапать: откуда взялась в печи обратная тяга?

Выбор типа печи, ее размещение и планировка садового дома — вещи тесно связанные. О солидной отопительно-варочной печи в нашем случае не приходится говорить, этот агрегат свойствен постоянному, а не «второму» жилищу. Как правило, садовый дом нужно отапливать только ранней весной и поздней осенью, чтобы продлить дачный сезон да иногда в холодные летние дни. Поэтому самым подходящим типом для садового дома будет легкая отопительная печь в виде обогревательного щитка. Особенность такой печи — продольный ее размер больше поперечного — позволяет хорошо вписать ее в межкомнатную пере-



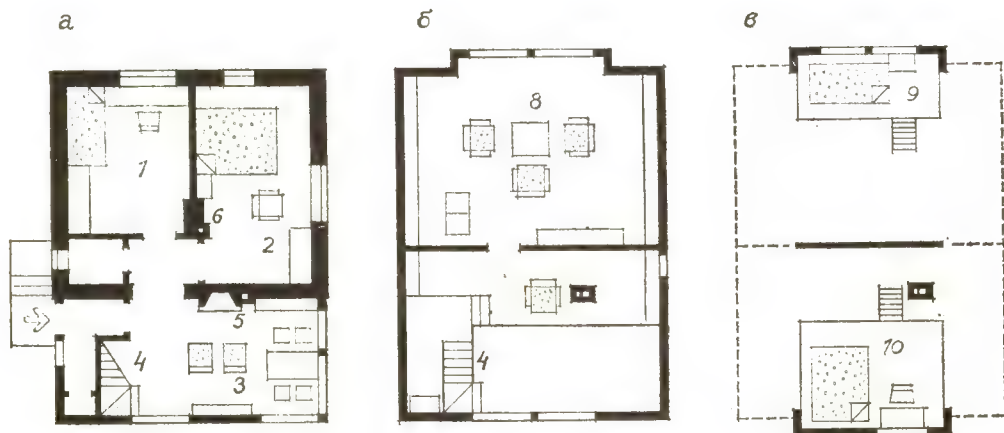
Фасад дома со стороны веранды-столовой. Треугольный выступ на фронтоне соответствует второму уровню мансарды.

городку, или даже сама печь может без дополнительных переборок разделять пространство дома. При желании к обогревательному щитку легко присоединить камин или плиту, или и то и другое одновременно. В этом случае получаются более сложные, комбинированные варианты домашнего очага и, естественно, планировки самого дома.

## О КАМИНЕ

Комфорт, который может дать этот тип очага, прекрасно известен и не нуждается в рекламе. Конечно, при условии, что камин запроектирован по всем строгим правилам и не менее профессионально выложен — а дело это весьма тонкое. В пользу камина го-

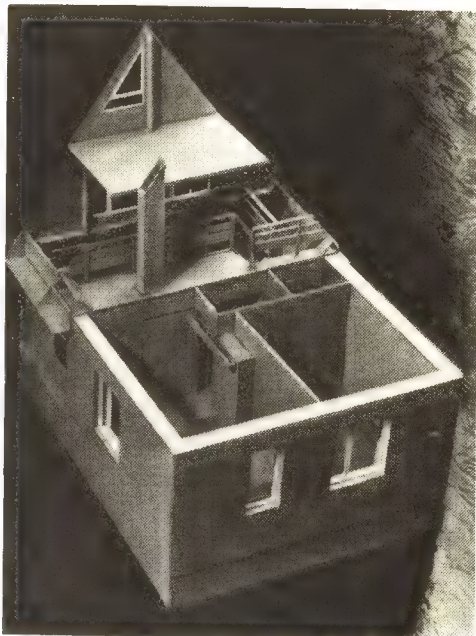
Вариант планировки дома с дополнительными подсобными площадями. Вверху фотографии с макета этого дома.







Вид дома со снятой крышей. Хорошо просматривается галерея и общая комната на мансарде, а также две площадки второго уровня мансарды.



Снята крыша и мансарда. Видно расположение жилых комнат первого этажа.

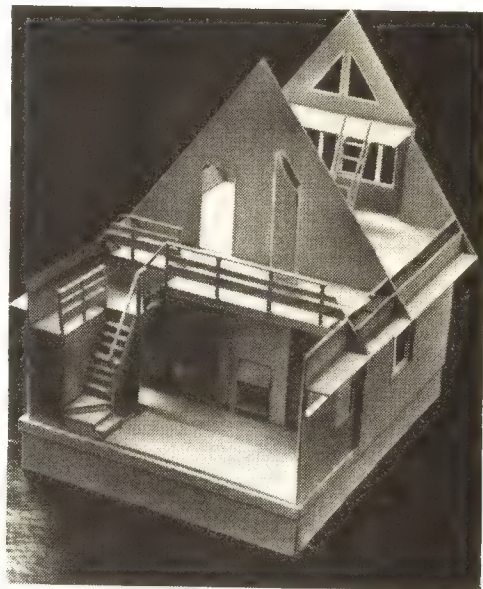
ворит и то, что во время топки воздухообмен в помещении увеличивается почти в 20 раз, и это может очень пригодиться для проветривания и просушивания дома после зимнего перерыва или после сырой погоды. Для увеличения КПД камина его лучше располагать у внутренней стены в центре дома, то есть там же, где и обогревательную печь.

### ПЛИТА

Устройства кухонной плиты внутри садового дома защищать труднее: многие садоводы предпочитают иметь на участке небольшую отдельную кухню летнего типа с газовой плитой на баллонах. Быть или не быть кухне в садовом доме — в конце концов дело индивидуальное. Но нужно думать и о том, что при небольших размерах участка приходится экономить площадь, а здесь в расчет идет каждое лишнее сооружение, каждая пусть маленькая постройка.

Разумеется, все, что было сказано в этих кратких заметках, может быть существенно дополнено. Но некоторые основные положения, о которых говорилось выше, можно найти в проекте садового дома, показанного на фотографиях и рисунках.

Особого разговора заслуживает такая важная задача, как наилучшим образом связать планировку дома с природным окружением, то есть каким образом учесть не только внутренние факторы, предопределяющие архитектуру дома, но и внешние — ориентацию по странам света, рельеф территории, особенности расположения дома на участке, в поселке. На проектирование садового дома существенно влияет и характер его будущей эксплуатации: одно дело,



Снята передняя стена дома со стороны веранды. Показано устройство лестницы и галерея на веранде, расположение камина.

если в нем будут жить только с ранней весны до поздней осени, и совсем иное — если к этому добавляются эпизодические наезды зимой, в выходные дни. Интересную проблему составляет выбор конструкции дома при использовании новых, кондиционных материалов или же при употреблении «вторичных» строительных материалов. Но все это предмет специального разговора.





Мамаево побоище. Фрагмент рисунка конца XIX века художника И. Г. Блинова. Из собрания Государственного исторического музея.

## ЭХО КУЛИКОВСКОЙ БИТВЫ

Доктор исторических наук А. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ.

Хорошо известно, сколь скупы исторические сведения о Куликовской битве, ее героях. Каждая находка не учтенных ранее в науке прямых или косвенных данных на вес золота. Некоторыми наблюдениями в этой области мне бы хотелось поделиться с читателями.

Не подлежит сомнению, что Куликовская битва имела огромное международное значение. Уже летописи сохранили упоминание о том, что борьба Руси с Ордой вызвала сочувствие других народов, подвластных алчным и жестоким правителям Сарая.

В одном малоизвестном историческом предании, вошедшем в украинские летописи, я недавно наткнулся на слово Богдана Хмельницкого, произнесен-

ное им в ответ на угрозы крымского хана, напомнившего о разгроме Руси Батыем: «Что Батый был приобрел, тое все Мамай потерял».

Вождь освободительной войны украинского народа не только проявил осведомленность в истории, но и подчеркнул великое значение победы над Мамаем.

Неожиданные материалы, связанные с Куликовской битвой, встретились в старом путеводителе по Москве, которому без малого двести лет.

В 1792 году типография Московского университета напечатала один из первых путеводителей по Москве. Он был подготовлен русским писателем и ученым XVIII века Львом Максимовичем. Характер и содержание из-

дания очень точно передает само его название «Путеводитель к древностям и достопамяностям московским, руководствующий любопытствующего по четырем частям сея столицы к деество-описательному познанию всех заслуживающих примечание мест и зданий, как то: соборов, монастырей, церквей, государственных и частных заведений как старых, так и новых, с надписей и из других достоверных источников собранный, и для удобнейшего оных приискания азбучною росписью умноженный». В первой части описаны достопримечательности Кремля, во второй — Китай-города, в третьей — Белого города. Последняя часть посвящена Земляному городу. Книга сама по себе могла бы послужить предметом особой статьи. Но нас сейчас интересует другое: разнообразные надписи, на стенах зданий, гробницах, пушках, колоколах, сосудах, книгах, приводимые в путеводителе.

Навечно вписано в историю имя великого князя московского Дмитрия Ивановича Донского — предводителя русской рати в знаменательный день победоносной битвы на Куликовом поле с полчищами Мамаея в 1380 году.

Текст на усыпальнице Архангельского собора называет Дмитрия Ивановича Донским. Однако мало кому известно, что современники Куликовской битвы и их ближайшие потомки присвоили прозвание «Донской» не только одному Дмитрию Ивановичу.

Почетное имя носил и сподвижник Дмитрия, его двоюродный брат, серпуховский князь Владимир Андреевич, тот самый, который вместе с Дмитрием Бобром вместе возглавил засадный русский полк в решающий час битвы. И в путеводителе мы находим надпись: «В лето 6918 (1410) августа во 12 день преставился благоверный князь Владимир Андреевич Донской». Время, исто-



рия произвели своего рода отбор и в наименованиях князей. Серпуховский князь, переживший своего двоюродного брата на 21 год, в последующей историографии получил наименование Храброго. Для истории остался Донским только один — московский князь Дмитрий Иванович.

Читаем в путеводителе еще одну мемориальную надпись: «В лето 6940 (1432) июля в 10 день преставился благородный князь Андрей Дмитриевич Донской». А следующий за этим текст сообщает о кончине 10 августа 6936 (1428 г.) князя Петра Дмитриевича Донского. Еще два князя Донских! Кто они?

Среди участников Куликовской битвы их не было, да и не могло быть: они появились на свет после 1380 года. Это младшие сыновья Дмитрия Донского, старший же его сын, Василий, который после смерти великого князя в 1389 году занял московский престол, в мемориальной надписи Донским не назван. Однако он тоже носил это славное имя. Об этом свидетельствуют и другие редкие источники. Так, в опубликованных в 1977 году Институтом истории СССР АН СССР древних родословных книгах, которые восходят, по наблюдениям советского историка М. Е. Бычковой, к 40-м годам XVI века, читаем: «Дмитрий Минич был боярин у великого князя

Василия Дмитриевича Донского». Дмитрий Минич — один из представителей рода «Софроновских да Простевых». В роду Полевых на первом месте стоит Александр Борисович Поле, о котором сказано, что он «был боярин у великого князя Василия Дмитриевича Донского».

В старом путеводителе мы находим сведения и о другой линии Донских: 7 октября 6931 (1422) года скончался князь Иван Владимирович Донской, 5 ноября 6934 (1425) года — князь Андрей Владимирович Донской и 16 августа 6934 (1426)\* года — князь Афанасий Владимирович Донской. Здесь, без сомнения, имеются в виду дети серпуховского князя Владимира Андреевича Донского — Храброго. Таким образом, ореол героя Куликова поля осенял сыновей и этого славного военачальника.

Имена великого князя Дмитрия Ивановича, князей Владимира Андреевича Донского, а также Ивана и Афанасия Владимировичей Донских начертаны также на стенах Архангельского собора, причем все князья названы здесь великими (впрочем, как и все лица правя-

щей династии, независимо от того, занимали они или нет великокняжеский престол). Нельзя не отметить одной странности этого ряда записей: здесь у Дмитрия Ивановича отсутствует прозвище «Донской». Впрочем, как недавно установила доктор исторических наук А. Л. Хорошкевич, официальные источники XVI—XVII веков, упоминая великого князя Дмитрия Ивановича, далеко не всегда именуют его Донским.

Оказывается, и среди женщин московского великокняжеского рода бывало прозвание Донских. Так, в путеводителе значится имя великой княгини Марии, урожденной княжны Донской (внучки Владимира Андреевича) «супруги великого князя Василия Васильевича Темного».

Известно, что в XVI—XVII веках в Архангельском соборе Кремля занимались переделкой старинных гробниц. Однако вряд ли можно допустить, что прозвание князей Донских (помимо великого московского князя Дмитрия Ивановича) было вписано спустя столетие. Очевиднее всего, что при позднейших переделках княжеских усыпальниц воспроизводились старинные тексты. В конце XVIII века это явление и зафиксировал наш путеводитель.

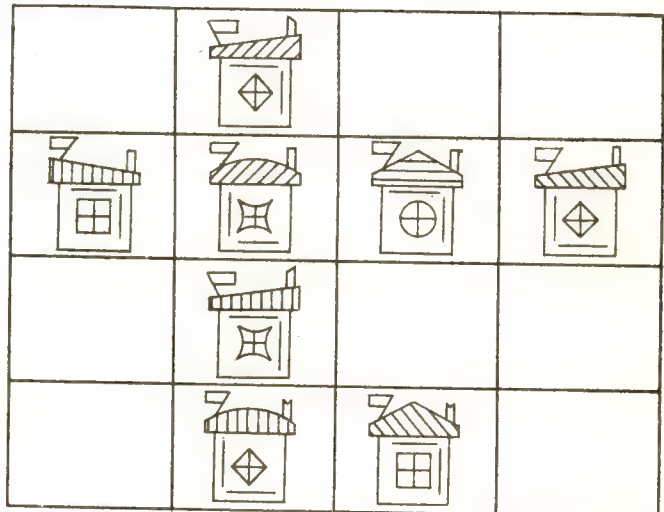
\* Новый год в России вплоть до 1700 года начинался в сентябре, поэтому при переводе старых дат на современное летоисчисление принято вычитать цифру 5508 для января — августа и 5509 — для сентября — декабря. — Прим. ред.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка умения мыслить логически

### ПОИСК ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

Найдите закономерности, по которым распределяются детали домиков на восьми рисунках. Руководствуясь найденным принципом, дорисуйте в свободных клетках восемь недостающих изображений.



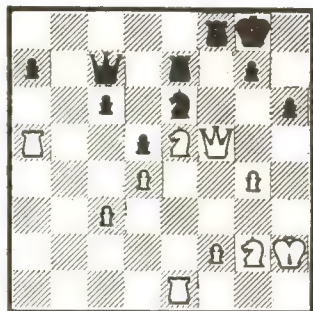
# ПРИЗ ЗА КРАСОТУ

Международный мастер М. ЮДОВИЧ.

Может показаться странным, почему в работах по истории шахмат часто упоминается турнир, проведенный в 1876 году в американском городе Филадельфии. Ведь среди участников этого соревнования не было знаменитостей, сильнейших шахматистов того времени.

И все же упоминания эти вполне оправданны.

Именно тогда, в 1876 году, было положено начало традиции, действующей и ныне: присуждать приз «за красоту». По решению специального жюри этого приза удостоилась наиболее красивая партия турнира. Вот ее финал, который и сейчас не оставляет равнодушными любителей шахмат.



Белыми играл английский мастер Г. Берд, черными — американский мастер Д. Месон.

Белые заранее шли на эту позицию, рассчитывая жертвой ферзя сломить сопротивление противника. Далее было:

31. Лa5—a6! Лf8: f5 32. g4: f5 Кe6—d8 33. Kg2—f4.

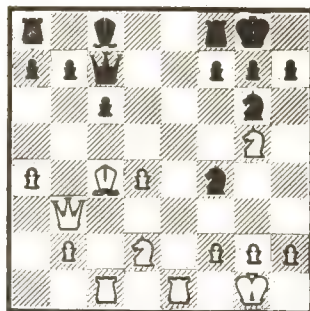
Ныне эту комбинацию называли бы позиционной. Форсированного решения она не имеет, но черные крайне стеснены, и это ставит их на край гибели.

33... Фc7—c8 34. Кf4—g6 Лe7—e8 (если 34... Л: e5, то к мату ведет 35. Л: e5 Ф: a6 36. Лe8+ и т. д. 35.

Кe5: c6! (эффектный удар; черным трудно защищаться) 35... Фc8—c7+ (шансы на спасение оставляло 35... К: c6 36. Л: e8+ Ф: e8 37. Л: c6 Кph7) 36. Кc6—e5 Фc7: c3 37. Лe1—e3 Фc3—d2 (лучше было 37... Ф: d4) 38. Кph2—g2 Фd2: d4 39. f5—f6! (расшатывая оборонительные укрепления черных) 39... g7: f6 40. Лa6: f6 Кd8—e6 41. Лe3—g3 Кe6—g5 42. Кe5—g4 Кpg8—g7 43. Kg6—f4! (красивы маневры белых коней; если теперь 43... Кe4, то 44. Kh5+ с неотразимой атакой) 43... Фd4—e4+ 44. Кpg2—h2 Kg5—h7 45. Кf4—h5+ Кpg7—h8 46. Лf6: h6 Фe4—c2 47. Kh5—f6 Лe8—e7 48. Кph2—g2 d5—d4 49. Kg4—e5 Фc2—c8 50. Кe5—g6+. Черные сдались.

Конечно, неверным было бы представление о том, что до поединка Берд — Месон история шахмат не знала красивых партий. Их было очень много. Ряд вдохновенных произведений шахматного искусства создали в середине прошлого века такие прославленные мастера, как А. Андерсен, П. Морфи, И. Цукерторт и многие другие. Вспомним, например, «бессмертную» и «вечнозеленую» партии, как называли современники поединки А. Андерсен — Л. Кизерицкий и А. Андерсен — Ж. Дюфрени. Однако специальных призов «за красоту» в ту пору, когда игрались эти партии, еще не было.

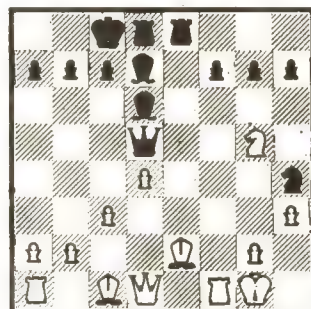
Но первый шаг был сделан, и в конце прошлого века специальные призы «за красоту» стали присуждаться почти во всех международных турнирах. Одним из первых обладателей такого приза стал русский мастер Э. Шифферс, разгромивший белыми немецкого мастера М. Гармониста на международном турнире во Франкфурте (1887 г.).



Последовало: 16. Лe1—e8! Лf8: e8 (к потере пешки ведет 16... Се6 17. Л: a8 Л: a8 18. К: e6 и т. д.) 17. Сc4: f7+ Кpg8—h8 18. Cf7: e8 Кf4—e2+ 19. Кpg1—h1 Кe2: c1 20. Kg5—f7+ Кph8—g8 21. Кf7—h6++ Кpg8—f8 22. Фb3—g8+ Кpf8—e7 23. Се8: g6 h7: e6 (или 23... gh 24. Фf7+ Кpd6 25. Ке4×) 24. Фg8: g7+ Кpe7—d8 25. Фg7—f8+ Кpd8—d7 26. Кd2—e4 (вступление в бой резервов решает, грозит смертельное 27. Кc5×) 26... Фc7—d8 27. Фf8—d6+ Кpd7—e8 28. Ке4—f6+. Черные сдались.

Присуждение наград за яркие творческие достижения встретило полное понимание и признание широкого круга любителей шахмат. История шахматных соревнований знает даже такие международные турниры, где количество специальных призов за красивые партии доходило до восьми и даже до двенадцати! Это были турниры в Монте-Карло (1902 г.), Остенде (1905 г.), Бармене (1905 г.), Карлсбаде (1911 г.) и некоторые другие.

Вот фрагменты из нескольких знаменитых партий, отмеченных призами «за красоту» в разные годы.



К этому положению пришла партия В. Стейниц —







Речь здесь пойдет о сибирской деревенской бане, которая осталась еще во многих местах и пользуется любовью знатоков, но которая с неоправданным пренебрежением отодвигается порой на задний план под натиском увлечения финской баней — сауной, кстати, хорошо известной русским, так как этот тип бани издавна распространен в северных краях.

Чтобы представить себе, что такое сибирская баня, понять ее роль в жизни сибиряков, за которыми укрепилась слава людей крепких и здоровых, давайте совершим короткий экскурс в историю.

Издавна в сибирской деревне в каждом дворе была своя баня на одну семью, которая топилась чаще по-черному. Летом мужики всю неделю жили в поле, «на пашне». Уезжали туда в понедельник утром, а то и в воскресенье вечером и возвращались в село лишь в субботу вечером, ворочая от темна до

# СИБИРСКАЯ БАНЯ

М. ДРЯЗГОВ.

темна тяжелую работу в поле.

К их возвращению жены уже истопили бани, приготовили белье, мочалки, мыло, веники, квас в туюсах, холодный, из погреба, где кадушки с квасом стоят на льду, прикрытом соломой.

Грязные от работы, обросшие бородами, мужики отправлялись в баню, расположенную, как правило, под горой, на берегу озера, у огорода, всю заросшую крапивой и дикой коноплей. Возвращались из бани распаренные, красные, в чистых рубашках с расстегнутыми воротами, босые, еле дышащие от банной усталости, но бодрые и веселые. Растягивались где-нибудь под крышей в телеге или в сенцах на прохладном, чисто вымытом дощатом полу, бросив под себя шубу шерстью вверх или кошку

да под голову подушку в цветастой ситцевой наволочке. С полчаса блаженствовали в полузабытии, тяжело, но глубоко дыша, а сердце в это время, делая по 120 ударов в минуту, с силой гоняло кровь по всем жилкам. Потом садились за стол и выпивали ведерные самовары чаю. Женщины, которые тоже ждали банного дня, ходили с мокрыми, гладко, на прямой пробор причесанными волосами, в мокрых на спине и груди кофтах, веселые и умиротворенные. Сделав это небольшое милое сердцу сибиряка этнографическое отступление, перейдем теперь к собственно бане.

Прежде всего, что дает баня, для чего она нужна человеку, какая от нее радость или польза? Из только что рассказанного следует, что труженику, устав-

● **ВАШЕ ЗДОРОВЬЕ**  
**Традиции народные**





шему от физической работы, баня воистину рай и возрождение плоти и духа. Но и горожанам, которые получают не столько физической нагрузки, баня тоже не во вред, а в пользу и в радость.

Войдя в хорошо натопленную и выстаившуюся баню, вы будете охвачены приятным, сухим, жарким воздухом. Пахнет слегка сосновой смолой от стен, сгоревшими березовыми дровами, вишенем от щепки истлевших вишневых листиков, только что брошенных на горячую каменку или в толпу, на угли, березовым листом от распаренных в липовых шайках веников. А если на каменку плеснуть полковника квасу или воды, в которой размешана чайная ложка меда, то в бане разольется такой аромат, что не надышишься! Окатиw полóк холодной водой (он обычно сильно накаляется), надев на сухую голову толстую шапку, забираешься на полóк, подкладываясь под лицо распаренный свежий веник и, вдыхая его березовой рощей пахнущий дух, нежись в приятном тепле. Жар на полке при этом устанавли-

ливаешь по своему желанию, поддавая на каменку водой, квасом, пивом, медовым раствором, настоем на мяте и других травах, на вишневом листе и прочем. Вода на раскаленных камнях мгновенно испаряется, превращается в сухой пар, создающий в бане жар желаемого уровня.

Погрелшись так, что обильный пот начинает стекать с тебя ручейками, и надышавшись через веник, как через фильтр березовым духом и запахами хлеба, меда, разнотравья, исходящими от каменки, слезишь с полка, окачиваешься прохладной водой, наливаешь в шайку холодной воды и ставишь ее на полóк. Надеваешь сухие, лучше кожаные, рукавицы и, поддав на каменку ковшика два, снова забираешься на полóк и начинаешь священнодействовать веником. Веник нежный, мягкий, как шелк, пахнет весенним березовым лесом (некоторые любят дубовые веники, а то и колючие можжевельниковые, источающие удивительный аромат). Сначала паришься легонько, повевая на себя веником и лишь чуть-чуть касаясь им кожи. Потом постепенноходишь в раж, удары веником усиливаются, и начинается настоящая банная баталия. Просишь партнера по бане плеснуть на каменку ковшик-другой, а то и третий. Пар с ревом взлетает над раскаленной грудой камней и обдает нестерпимым жаром. Веник обжаривает кожу, и ты то и дело окунаешь его в холодную воду и безжалостно, самозабвенно хлещешь им себя и тут, и там, и ноги, и живот, и особенно спину, да еще с потягом!

Наконец, исхлестав себя до изнеможения, чуть не свалившись с полка, сдергиваешь шапку и рукавицы, выливаешь на себя шайки две холодной воды, бросаешься на широкую, низко над полом, в прохладе расположенную лавку и, сунув опять под голову ароматный, распаренный веник, блаженно растягиваешься. Если около бани есть пруд, озеро или река, то хорошо, приятно и

весьма полезно прямо с полка нырнуть на несколько минут в бодрящую прохладу воды. Зимой люди крепкого здоровья, бывает, окунаются с головой в прорубь или бросаются в сугробы свежего, пушистого снега. А потом надо опять попариться, прогреться.

Наигравшись с веником, насытившись сменой жары и прохлады, можно, наконец, помыться, окатиться чистой водой и, одевшись, посидеть, а лучше полежать в предбаннике. Тут не повредит тусесок с ядреным, быющим в нос квасом. Ну, а придя домой после бани, хорошо посидеть за самоваром, попить с полотенцем на шее чайку с медом или любимым вареньем, но лучше всего с клюквой, да так, чтобы рубаша взмокла от поту, хоть выжимай.

Вот так идет банное действо, изгоняющее из человека все недуги, предохраняющее его от хвори и преждевременной старости. По желанию описанное удовольствие можно ослабить или усилить пропорционально крепости головы, сердца и настроенности на сильные физические ощущения. Несомненно, частая, не реже одного раза в неделю, баня молодит организм, изгоняет из него все отработанное, закаляет его и дает сердечно-сосудистой и нервной системе отличную гимнастику.

Однако после 40-летнего возраста, прежде чем строить баню и пользоваться ею в соответствии с ее полным назначением, даже считающему себя вполне здоровым следует посоветоваться с хорошим врачом, которому веришь. А то вместо омоложения и долголетия можно получить прямо противоположный результат и даже, не ровен час, серьезно повредить себе. И еще один момент: строить основательную, капитальную баню с печкой можно сельским жителям на своих усадьбах, соблюдая, естественно, правила пожарной безопасности. Уставом садоводов-любителей такая постройка на садовых участках не предусмотрена.

Теперь несколько слов об устройстве бани. Есть два

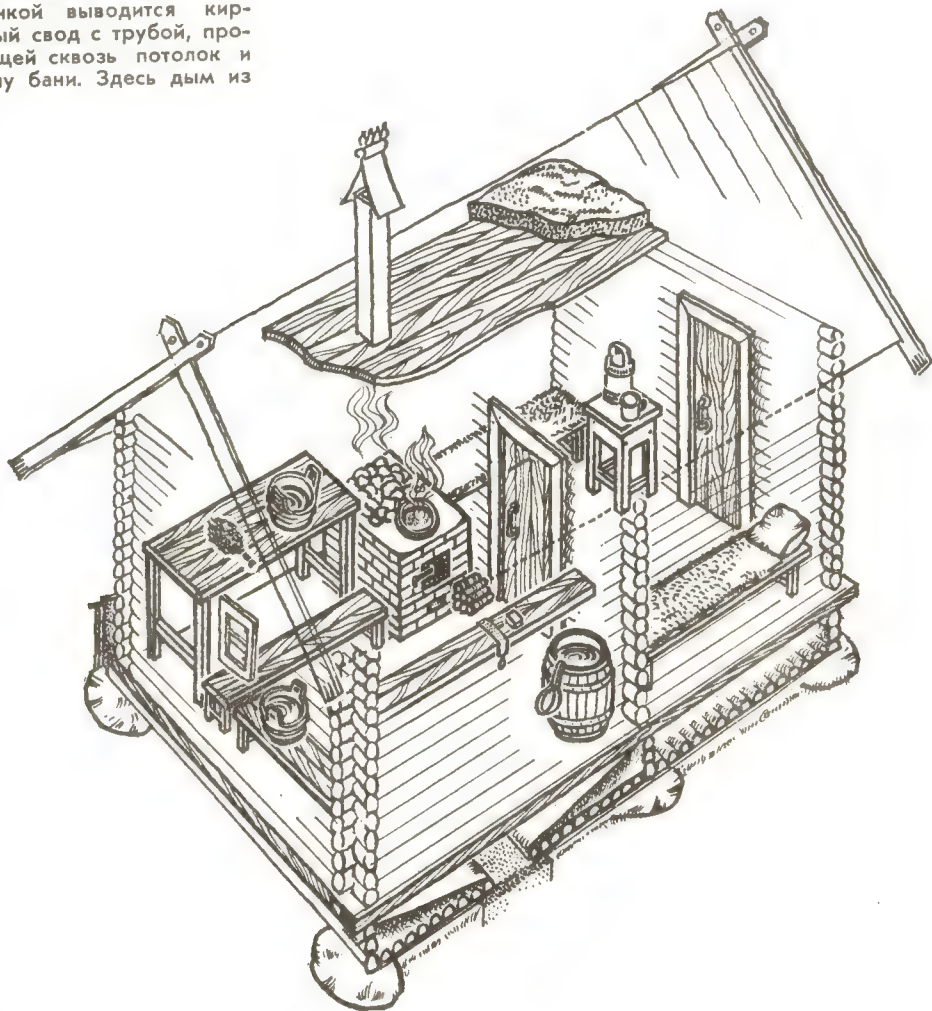


типа сибирской бани. По-черному, в которой дым из топки, пройдя через камни — накопители жара, собирается внутри бани, под потолком, и выходит наружу через отверстие в стене или потолке. Потом, когда баня истоплена и выстоялась, это отверстие закрывают. Баня по-белому отличается от бани по-черному только тем, что над каменкой выводится кирпичный свод с трубой, проходящей сквозь потолок и крышу бани. Здесь дым из

топки, также пройдя через камни каменки, собирается внутри свода и, не попадая в баню, выходит наружу через трубу. Для выхода жара из каменки в баню в своде устраивают дверку, закрытую во время топки. В остальном обе бани одинаковы.

Баня по-черному, без трубы, и сейчас имеет много поклонников, которые считают, что у нее есть преимущества перед баней по-белому. Она проще в постройке, не надо выводить трубу, соблюдая строгие правила пожарной предосторожности. Стены бани по-черному быстрее и сильнее прогреваются, так как жар из топки, пройдя камни, не вылетает в трубу, а растекается внутри, все прогревая. Поэтому и дров

надо меньше и топить надо не с утра, как баню по-белому, а часа два-три. В ней больше приятных запахов от стен, потолка и лавок — они нагреваются сильнее, чем в бане по-белому, в которой жарко становится лишь тогда, когда начнут плескаться на каменку воду. Наконец, она романтичнее, что ли, тем, что дальше отстоит от городской бани. В ней есть что-то древнее, первобытное, чуточку сказочное. Ведь черти, кикиморы, всякие недотыкомки водятся только в банях по-черному. Только в них, скрытых в густых зарослях крапивы, репейника, конопли, черемухи, таволожника, колдуны и ведьмы варят зелье приворотное (помните нестеровского колдуна, в три поги-





бели согнувшись, выходящего из бани через низенькую дверь к ожидающей его девушке, которую обманул милый, и вот она пришла к колдуну «за приворотным зельем»). И ворочить на крещение девушки, преодолевая суеверный страх, ходили в эти выросшие в землю бани по-черному.

Бояться копати в банях по-черному не следует. Во-первых, копаются в ней только потолок и верх стен, потому что дым собирается вверх. Полок и лавки не захватываются дымом и остаются чистыми. Перед тем, как париться, при необходимости закопченные стены и потолок можно обдать водой. Во всяком случае, в такой бане никогда сажа не пачкает, если соблюдается небольшая осторожность (не прислоняться к закопченной части стен, и только). Ну и, наконец, из черной бани, если она все-таки придется не по вкусу, легко сделать белую — достаточно оборудовать каменку сводом и вывести трубу.

Сердцем деревенской, сибирской бани, впрочем, как и любой другой, является печь-каменка. В ней собственно и заключается основная идея бани, источник банного жара. Это печка, в которой во время топки греется вода в котле, вмазанном в каменку, и накапливается большое количество кирпичей или камней-булыжников. Кирпичи лучше — булыжник растрескивается, и теплоемкость у него ниже, чем у кирпича. Рядом с каменкой, как можно выше, но так, чтобы на нем можно было сидеть не согнувшись, устраивают полки. Это широкая — шире метра и метра два в длину — полка из гладко оструганных сосновых, дубовых, а еще лучше великолепно пахнущих, кипарисовых досок. Около полка (вдоль него, невысоко над полом) устанавливают широкую, сантиметров семьдесят шириной, прочно стоящую лавку из толстой, гладко оструганной доски. Такую же лавку ставят перпендикулярно первой, вдоль второй стены. В этой второй стене обычно про-

делывают небольшое,  $35 \times 35$  сантиметров, окошко. Оно должно быть с форточкой или целиком открывающееся, что полезно при топке бани по-черному. Да и в любой бане окно необходимо для проветривания и просушивания помещения. Вдоль третьей стены на высоте 1,2 метра от пола прибивают не очень широкую (чтобы не создавать тесноты) полку, на которую кладут белье, ставят квас, мед. На полу под ней при холодном предбаннике снимают обувь.

Предбанник желательно делать теплый, рубленный из бревен заодно с баней и нагреваемый жаром каменки через открытую дверь. В предбаннике тоже делают лавки, широкие и длинные, так, чтобы на них можно было полежать. Хорошо на лавки постелить кошму или овчину, прикрыв их при желании простынями, и бросить подушки. Обязательно у лавки поставить столик с кувшином или туеском кваса и прочей благодатью.

В каменку вмазывается котел, желательно с крапом, ведер на 6—7 для горячей воды (можно обрезать — половину железной бочки), а у стены, около двери, ставят кадушку для холодной воды ведер на 8—10. Каменку по-черному может сложить каждый, каменку по-белому должен класть мастер, умеющий выводить трубу через потолок и крышу. Размеры бани  $3 \times 3$  метра плюс предбанник  $3 \times 2$  метра вполне достаточны для семейного пользования. Стены, пол и потолок делают из сосны, ели, лиственницы и т. п. Впрочем, можно и из лиственных пород, так как говорят, что из хвойных капает смола. Но это дело вкуса — дерево хвойных пород приятно пахнет и впитывает много тепла.

Если постройка выполнена из камня, шлакоблоков, кирпича, то изнутри ее следует обшить досками. Пол делают двойной. Настилать чистый пол нужно со щелями в 3—4 мм, через которые вода должна протекать на бетонный или глинобитный наклонный пол и по нему стекать в приемную тру-

бу, отводящую воду в яму. Можно, конечно, принять и другие варианты устройства пола. На потолок для утепления насыпают слой керамзита, сухой земли или сухого торфа.

Чтобы зимой земля под баней не промерзла, стены обваливают широкой и высокой завалиной из сухого торфа, защищенной от дождя досками, пленкой или сильно нависающей над ней крышей. Хорошо зимой для тепла под решетку для ног намотать метров 25—30 нетолстого резинового шланга (продается в хозяйственных магазинах для полива грядок), один конец которого надеть на кран бака с горячей водой, а другой опустить в порожнюю шайку. Пустив по шлангу небольшую струю воды, будете иметь под ногами приятное тепло. Топить баню желательно березовыми сухими дровами, от них не так много копоти. Можно и осиновыми, сосновыми, дубовыми и еловыми и т. п. Ни в коем случае не следует бросать в топку крашеное дерево, пластмассу, толь, битум и прочее, плохо пахнущее и выделяющее много копоти — можно загубить баню, пропитав ее неистребимой вонью.

Когда баня истоплена, для чего достаточно сжечь в каменке одну охапку (одного берема, как говорили в деревне) сухих березовых дров летом и полторы зимой, надо тщательно перемешать угли, чтобы не осталось даже мельчайшей головешки, выгрести все из поддувала, куда могут провалиться маленькие головешки, несгоревшие щепки, и дать бане выстояться с полчаса, пока угли не начнут подергиваться налетом пепла и совершенно исчезнут голубые огоньки — признак выделяющегося угарного газа. Войдя, следует открыть дверь, плеснуть на каменку полный ковш воды, чтобы с паром вылетели остатки угара. Вот теперь можно приступить к банному священнодействию — этой поэзии жара, воды, запахов и полного забвения житейских пере-  
драз.

# «ТИХИЙ» ХОД

Теоретик и историк шахмат мастер Я. И. Нейштадт закончил работу над книгой, посвященной одному из выдающихся гроссмейстеров нашего времени — Паулю Кересу (1916—1975).

Идея книги и ее построение необычны. Вместо традиционного биографического очерка с партиями, расположенными в хронологической последовательности, автор предлагает читателям курс шахматного совершенствования, целиком основанный на творчестве Кереса.

«Шахматный университет Пауля Кереса». Так будет называться книга — учебник, охватывающий тактику и стратегию в разных стадиях игры, оценку позиции и расчет вариантов. Учебник и в то же время галерея впечатляющих произведений, созданных Кересом за несколько десятилетий служения шахматному искусству.

Выпускает книгу издательство «Физкультура и спорт».

Основанная на рукописи публикация подготовлена автором специально для журнала «Наука и жизнь».

Мастер спорта Я. НЕЙШТАДТ.

Наша любовь к шахматам неразрывно связана с их творческой стороной. Победа может быть достигнута позиционным маневрированием и в острой тактической борьбе, лихой атакой и осмотрительной защитой, накоплением небольших преимуществ и с помощью неожиданных жертв. Пауль Керес был шахматистом огромного творческого диапазона. Его партии демонстрируют нам классическую позиционную игру и высшее тактическое искусство, парадоксальные замыслы и филигранную технику, чисто интуитивные оценки и далекий расчет вариантов.

Особое место в шахматном наследии Кереса занимает комбинационное творчество.

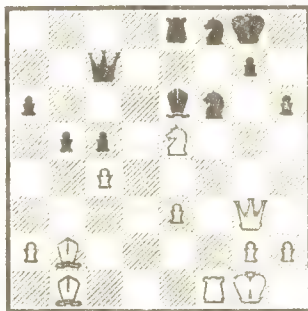
Комбинация — сильнодействующее средство. Подобно вспышке молнии, она высвечивает ситуацию на доске, ниспровергает ложные ценности и утверждает истинные. Теоретики все еще продолжают давний спор о том, считать ли жертву необходимым признаком комбинации. Но все согласны в одном: комбинация заставляет противника делать вынужденные ходы.

Самые «жесткие» средства принуждения — шахы, ко-

торые предельно ограничивают выбор ответов.

КЕРЕС — СПАССКИЙ

(Международный турнир, Гетеборг, 1955 г.)



Ход черных

Белые фигуры изготовились к атаке королевского фланга, ослабленного ходом h7—h6, под ударом конь f6. Продолжение 29... K8d7 не годится из-за 30. К: d7 и на 30... Ф: g3 (30... Ф: d7 31. С: f6) — промежуточный ход 31. К: f6+. Поэтому Спасский отступил конем — 29... K6d7.

Может показаться, что черным ничего не грозит,

ведь на любой отскок коня e5 (освобождающий дорогу слону b2) они разменяют ферзей...

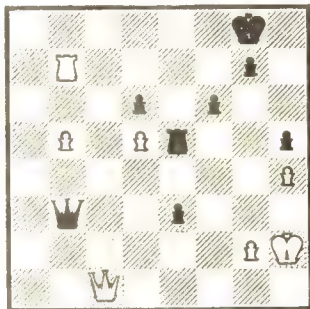
30. Ф: g7 +!

Этого Спасский не заметил. Завлекая короля на g7, белые объявляют вскрытый шах. Сначала они забирают коня, а затем с помощью другого вскрытого шаха — ферзя, оставаясь в результате с лишней фигурой: 30... Кр: g7 31. К: d7+ Кpg8 32. Кf6+ Кpf7 (32... Kph8 33. К: e8+) 33. Kd5+.

Черные сдались.

ТОЛУШ — КЕРЕС

(Ленинград — Москва, 1939 г.)



Ход черных

Игнорируя угрозу вторжения ферзя на седьмую горизонталь, Керес сыграл 35... e2, на что последовало 36. Фс7.

Угрожает мат, защитит пункт g7 черным нечем, и, кажется, у них нет ни одного шаха...

Однако на самом деле шах есть, и притом выигрышающий!

36... Фg3 +!

Временная жертва, позволяющая пешке вступить на поле превращения с шахом.

37. Кр: g3 e1Ф+, и не дожидаясь мата в три хода, Толуш сдался.

В обоих примерах победу принес первый, вступительный ход. Главное было найти его, расчет же дальнейшей игры предельно прост. Партнеры Кереса вынуждены были делать единственные ходы: сначала принять жертву, потом отступать ко-



## НАУЧИТЬСЯ ПЛАВАТЬ НЕОБХОДИМО

СТИВ ШЕНКМАН.

Это произошло в июле 1832 года на реке Березине в расположении Второй саперной бригады русской армии. Как свидетельствовал «Инженерный журнал», «нижние чины плавательных команд разыграли 5 призов, причем первый приз стоил 15 рублей учрежден... генерал-инспектором по инженерной части». Призы распределяла голосованием специальная комиссия, состоявшая из господ офицеров. Сведения о победителях не сохранились по очень простой причине: нижние чины были крепостными, отданными в 25-летнюю рекрутчину. Информацию «Инженерного журнала» — первое официальное сведение о соревнованиях по плаванию в России. Они проходили ровно 150 лет назад, и в честь этих соревнований учрежден праздник «Всесоюзный день пловца», который состоится 18 июля 1982 года.

Научиться плавать каждому человеку в высшей степени необходимо. Об этом свидетельствует тревожная статистика несчастных случаев на воде. Впрочем, в самые последние годы стали несколько активнее обучать плаванию школьников младших классов. В частности, это вызвано и поисками спортивных талантов. Ведь плавание — это второй после легкой атлетики вид спорта по количеству разыгрываемых олимпийских медалей; это вид спорта, где мы заметно отстаем от основных соперников. Практика показывает: из 15—20 мастеров спорта по плаванию только один достигает уровня мировых стандартов, а для его подготовки необходимо научить хорошо плавать не менее 2000 детей. Именно всеобщее обучение детей можно считать одной из основных причин успешного выступления пловцов США и ГДР.

У нас сейчас около 2000 плавательных бассейнов, 550 детско-юношеских спортшкол по плаванию, тысячи профессиональных тренеров и инструкторов. Тем не менее большинство умеющих плавать научилось этому самостоятельно, под руководством родителей или старших товарищей. Им помогли не научно обоснованные методы обучения, а примитивные, доморощенные способы. К сожалению, специалистами до сих пор не предложена простая и эффективная методика для массового самостоятельного обучения плаванию в несколько занятий, но она, мне кажется, в скором времени обязательно появится — слишком велика в ней общественная потребность и слишком возрос интерес к плаванию.

А научить человека держаться на воде очень ведь легко.

Вот, к примеру, метод, предложенный инженером Ю. Койнашем. Он рассуждал так. Плавать — обеспечивается равновесием


основных сил, действующих на погруженное в воду тело: силы тяжести, тянущей ко дну, и противостоящей ей выталкивающей архимедовой силы. При их равнодействии тело человека, подобно айсбергу, почти полностью погружено в воду, а на поверхности остается лишь голова. Если она запрокинута, то уровень воды находится где-то около глаз или носа. Беда не умеющих плавать в том, что они боятся этого необходимого и достаточного для плавания погружения лица в воду. Стараясь как можно выше поднять голову над водой, чтобы не захлебнуться, новички сдвигают тем самым равновесие в пользу силы тяжести. Так же, запаниковав, поступают и тонущие, стараясь как можно дальше отодвинуться от опасной стихии. Значит, главное для начинающего пловца — преодолеть боязнь погружения лица.

Как же переступить этот психологический барьер и помочь новичку прочувствовать плавать своего тела? Существует простое упражнение «поплавок», когда новичок, наклонив голову и обхватив руками колени, погружается в воду, а потом спиной вверх всплывает на поверхность. Но из-за ограниченного запаса воздуха человеку при этом упражнении трудно успеть прочувствовать свою плавать. А если воспользоваться аквалангистской трубкой? Взяв в рот ее загубник, легко научиться погружать лицо в воду, сперва стоя на дне, а затем, выполняя упражнение «поплавок». Буквально за 15—20 минут едва ли не каждый человек может таким образом научиться держаться на воде. После этого надо, не поднимая головы, делать гребковые движения стили брасс, а на следующий день учиться плавать уже без трубки.

В каждом из нас от рождения заложена способность хорошо держаться на воде. Именно на этом основывается лозунг «плавать раньше, чем ходить», когда по особой методике в домашних ваннах в детских поликлиниках обучают плаванию грудных детей.

Активное плавание приносит огромную пользу. Например, у пловцов самые большие цифры жизненной емкости легких: до 7 литров — раза в два больше среднестатистической нормы. А ведь жизненная емкость легких, их объем считаются одним из основных показателей здоровья человека. Плавание хорошо и тем, что при интенсивной работе в воде на преодоление ее сопротивления расходуется масса энергии. Это особенно важно в наш век тотальной гиподинамии, когда условия жизни диктуют хроническую физическую недогрузку при столь же регулярных психических перегрузках. Плавание требует значительно больших мышечных усилий и расхода энергии в единицу времени, чем движение в воздушной среде. При этом нагружаются практически все мышцы тела, и нагружаются равномерно, «мягко». Вот почему у пловцов длинные и эластичные мышцы, прорисовывающие классические контуры фигуры.

Помимо «мышечной радости», которую дает плавание (как, впрочем, и любые дру-

Степень подготовленности			Возраст ( в годах)					
			13-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и старше
	1. Очень плохо	(муж.)	Меньше 450	Меньше 350	Меньше 325	Меньше 275	Меньше 225	Меньше 225
		(жен.)	Меньше 350	Меньше 275	Меньше 225	Меньше 175	Меньше 150	Меньше 150
	2. Плохо	(муж.)	450-550	350-450	325-400	275-350	225-325	225-275
		(жен.)	350-450	275-350	225-325	175-275	150-225	150-175
	3. Удовлетворительно	(муж.)	550-650	450-550	400-500	350-450	325-400	275-350
		(жен.)	450-550	350-450	325-400	275-350	225-325	175-275
	4. Хорошо	(муж.)	650-725	550-650	500-600	450-550	400-500	350-450
		(жен.)	550-650	450-550	400-500	350-450	325-400	275-350
	5. Отлично	(муж.)	Больше 725	Больше 650	Больше 600	Больше 550	Больше 500	Больше 450
		(жен.)	Больше 650	Больше 550	Больше 500	Больше 450	Больше 400	Больше 350

гие спортивные занятия), водная среда совершенно по-особому воздействует на тело: легко массирует кожу, прорабатывает каждую мышцу, подожные капилляры и нервные окончания. Этот нежный массаж почти неощутим, но при скольжении в воде вполне явственны мягкие поглаживания теплой волны. Когда подобный едва заметный массаж длится достаточно долго (полчаса-час плавания), то эффект от него очень заметен.


Еще один важный оздоровительный фактор в плавании — закаливание. Вот некоторые цифры из отчетов о работе открытого (с подогревом воды) бассейна «Москва»: у постоянных посетителей за год занятий число заболеваний ангины снизилось с 1678 до 36, бронхитом — с 742 до 17, пневмонией — с 97 до 2. Возможно, большую роль играет здесь своеобразная ингаляция, когда зимой в открытом бассейне пловец постоянно вдыхает пар, поднимающийся от воды, а также невольно промывает теплой водой полость носа.

Чисто внешне и независимо от возраста постоянных посетителей бассейнов объединяет один признак — молодая осанка, подтянутость и легкая походка. Это — несомненное влияние плавания, при котором тело находится в горизонтальном положении

и при каждом взмахе рук как бы вытягивается вперед. Сотни тренировок, десятки тысяч взмахов — и позвоночник постепенно расправляется, межпозвоночные диски чуть растягиваются, сбрасывая груз лет, придавивший и деформировавший их. Люди среднего и даже пожилого возраста становятся стройнее, выше ростом, подбирают живот. А регулярно плавающие дети — это установлено давно — заметно выше своих неплавающих сверстников.

Хорошо плавать в бассейне, а в реке или море — еще лучше. Там вода холоднее, а с непривычки долго не поплываешь, но зато вольная вода бодрит, заметнее поднимает жизненный тонус. Правда, курортники чаще всего лишь обозначают плавание: вошел человек в воду, побарахтался пару минут и вышел. «Здорово поплавал!» — говорит. И так ежедневно, пока не кончится отпуск. А следовало бы этому курортнику постоянно увеличивать дистанцию плавания, стремиться к тому, чтобы извлечь как можно больше истинного удовольствия и пользы от пребывания у воды.

Американский врач Кеннет Купер, разработавший систему оздоровительных упражнений для массового использования, которую он назвал аэробикой, считает плавание наряду с ходьбой, бегом, велосипедом и

			900 м	33.20-25.01	8,25	1200 м	43.20-32.31	11,5
				25.00-16.41	10,25		32.30-21.41	14,5
				быстрее 16.40	14,5		быстрее 21.40	19,75
			1000 м	36.40-27.31	9,5	1500 м	55.00-41.16	15,5
400 м	15.00-11.16	3,0		27.30-18.21	11,5		41.15-27-31	19,0
				быстрее 18.20	16,25		быстрее 27.30	26,0
			1100 м	40.00-30.01	10,5	1600 м	58.20-43.46	16,5
				30.00-20.01	13,0		43.45-29.11	20,5
500 м	11.15-7.31	3,75		быстрее	18,0		быстрее 29.40	27,5
				быстрее 7.30	5,5			
			700 м	25.00-18.46	5,5	2000 м	1:13.20-55.01	21,75
				18.45-12.31	7,0		55.00-36.41	26,25
600 м	13.45-9.11	4,5		быстрее 12.30	10,0		быстрее 36.40	35,5
				быстрее 9.10	7,0			
			800 м	30.00-22.31	7,0	2500 м	1:33.20-1:10.01	28,5
				22.30-15.01	9,0		1:10.00-46.41	34,5
700 м	16.15-10.51	5,5		быстрее 15.00	13,75		быстрее 46.40	46,0
				быстрее 10.50	8,5			



лыжами наиболее эффективным упражнением. Именно эти занятия в высшей степени удачно воздействуют на сердечно-сосудистую систему человека, обогащая ее кислородом и длительными и равномерными усилиями тренируя сердечную мышцу и стенки кровеносных сосудов. Купер просчитал способность человека поглощать кислород в зависимости от длительности и интенсивности физических усилий. Эту зависимость он перевел в очки. Чтобы упражнение (плавание, бег и т. п.) приносило эффект, оно должно, по представлению Купера, длиться не менее 12 минут. Чем большую дистанцию способен за это время проплыть человек, тем лучше его физическое состояние, степень его подготовленности. На этом принципе основан 12-минутный тест плавания Купера (см. на стр. 140 верхнюю таблицу).

По мнению Купера, прежде чем подвергнуться проверке, человек среднего возраста должен тренироваться несколько недель, так как тест предъявляет повышенное требование к сердечно-сосудистой системе. Надо также заметить, что показатели Купера нуждаются в определенной поправке на владение техникой плавания. Искусный пловец даже при неважном физическом состоянии может показать более высокие результаты в тесте, чем здоровый человек, не владеющий хорошей техникой брасса или кроля. Кстати, о стилях. Купер рекомендует кроль как наиболее скоростной и энергоемкий стиль. При нем расходуется примерно 9 килокалорий энергии в минуту. А

при плавании брассом только 7. Однако рисунок движения при брассе совсем иной, чем при кроле. Он активнее включает мышцы корпуса и таза, что важно для профилактики некоторых возрастных заболеваний, в частности аденомы простаты.

По Куперу, чтобы добиться хорошего здоровья, мужчинам достаточно набирать по 30 очков в неделю, а женщинам — по 24 очка. Вот как выглядит его набор очков для различных дистанций плавания (см. на стр. 140 таблицу внизу).

Эти данные получены при расчетах, проведенных в бассейне. В реке или на море «стоимость» куперовских очков несколько повышается из-за встречного течения, волны, более низкой температуры воды.

Известно, что человек способен очень долго плыть в холодной воде при сильном течении. Более 100 лет назад английский капитан М. Уэбб первым переплыл 35-километровый пролив Ла-Манш, отделяющий Англию от Франции. Фактически из-за сильных течений и ветра он плыл более 50 километров. С тех пор подвиг Уэбба повторили несколько сот человек. Больше половины героев Ла-Манша — мужчины и женщины в возрасте старше 40 лет. Шотландец Н. Берни в разное время преодолел пролив трижды, в последний раз — в 55-летнем возрасте. А 43-летнему аргентинцу А. Альбертино первому удалось пересечь пролив в оба конца без остановки. Он проплыл почти 150 километров за 43 часа. Все это доказывает, что человек может прекрасно приспособиться к водной стихии.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Задачи по структурной лингвистике

## ПЕРЕВЕДИТЕ НА КИТАЙСКИЙ

Известно, что изучение всякого иностранного языка связано не только с запоминанием новых слов и правил грамматики, но и с приобретением некоторого нового взгляда на мир, с освоением новой системы понятий. В то же время сравнение чужого языка с родным помогает глубже осознать и те закономерности, которым подчиняется построение предложений в

родном языке. Особенно заметны расхождения между далекими языками, такими, например, как русский и китайский.

Предлагаемая задача позволит подметить некоторые отличия в сходных понятиях в китайском и в русском языках. Решая ее, вы сможете попытаться построить на китайском простые фразы.

Даны русские фразы и их

переводы на китайский язык в условной записи латинскими буквами. (Слова, заключенные в скобки в русских фразах, в переводах на китайский отсутствуют.)

**ЗАДАНИЕ.** Переведите на китайский язык следующие фразы:

1. Человек, который читает (и притом) медленно, пишет (и притом) быстро.

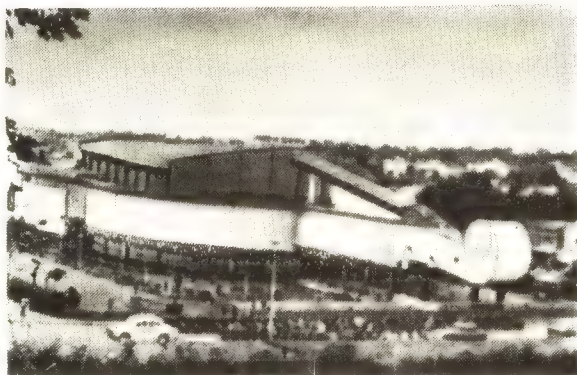
2. Он ест (и притом) медленно.

3. Это его книга.

4. Он читает книгу (и притом) хорошо.

1. Он ест.
2. Он читает.
3. Женщина, которая ест пирожное, — его мать
4. Он пишет.
5. Это его рис, его иероглиф и его газета.
6. Он ест рис (и притом) быстро.
7. Он пишет (и притом) хорошо.
8. Человек, который пишет слово (и притом) быстро, — его отец.
9. Он читает книгу (и притом) медленно.

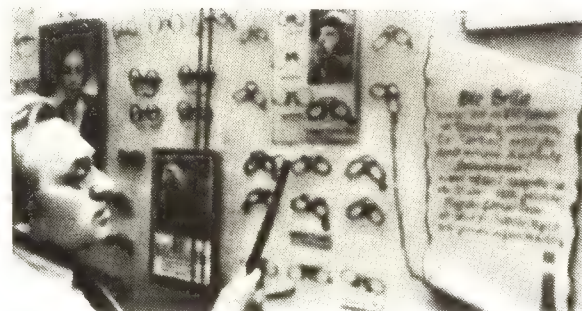
- Ta chi fan.
- Ta kan shu.
- Chi dianxin de nüren shi tade muqin.
- Ta xie zi.
- Zhe shi tade fan, tade zhi he tade bao.
- Ta chi fan chi de kuai.
- Ta xie zi xie de hao.
- Xie ci xie de kuai de ren shi tade fuqin.
- Ta kan shu kan de man.



● Концертный зал, построенный в индийском городе Бенгалуру, имеет форму скрипки.



● До прошлого года в мире было известно три памятника коровам — в Голландии, Дании и США. Четвертый был открыт недавно в румынском городке Сынджорджул-де-Муреш. Вблизи городка была выведена известная порода крупного рогатого скота — румынская пятнистая, и памятник (см. рис.), установленный на территории ежегодной ярмарки, изображает рекордсменку этой породы, давшую восемь тысяч литров молока в год.



● Часы с кукушкой снова популярны в наше время. Но совместимы ли всякие «развлекательные устройства» со строгим стилем современных электронных часов? Японская фирма «Кэсио» решила, что совместимы, и выпустила три модели настольных электронных часов «с картинками». На жидкокристаллическом табло с цифрами, показывающими время, имеются движущиеся изображения ветряной мельницы, совы, хлопающей глазами, дельфинов, играющих в мяч. Каждый час эти картинки, нарисованные также жидкими кристаллами, появляются на табло.

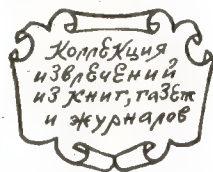
● Английский язык — единственный в мире, в котором местоимение «я» пишется всегда с большой буквы, а «вы» — только с маленькой (разумеется, за исключением тех случаев, когда с него начинается предложение).



● Профессор биохимии Гарольд Баум из колледжа в Челси (Лондон) известен своим друзьям и коллегам как автор и исполнитель песен. Его творчество почти исключительно посвящено вопросам биохимии. В песнях и балладах, исполняемых под гитару, описываются процессы, проходящие в живой клетке. Профессор говорит, что сочиняет песни в основном в автобусе по дороге на работу или домой. Студенты колледжа считают, что песни Баума — полезный материал для подготовки к экзаменам, так как в них в простой и запоминающейся форме изложены такие вопросы, как кинетика ферментов, метаболические пути и тому подобное.

В начале этого года в серьезном научном издательстве «Пергамон Пресс» вышел сборник песен Баума, названный «Песенник биохимика». Предисловие к нему написал известный ученый Ганс Кребс — открыватель так называемого «цикла Кребса», центрального процесса в энергетическом обмене веществ.

● Лейпцигский врач-окулист Герберт Глесс вот уже почти сорок лет собирает очки, пенсне, лорнеты, а также документы, связанные с историей очков.





как реагирует на внезапное изменение дорожной обстановки, на ослепление светом фар от встречного транспорта.

На снимке: демонстрация тест-тренажера на ВДНХ СССР.

### МИМ-76

Он не более пачки сигарет — малогабаритный импульсный маяк, или, как его именуют официально, прибор МИМ-76. На сегодня он один из миниатюрнейших светосигнальных электроприборов, облегчающих поисковые или спасательные работы.

Вспышки импульсной газоразрядной мини-лампы МИМа хорошо видны невооруженным глазом ночью с расстояния в несколько километров.

Электропитание лампы обеспечивает специально сконструированная для МИМа ртутно-цинковая батарейка, рассчитанная на непрерывную работу в течение шести часов.

Как сообщает Всесоюзный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований в электротехнике, налаживается серийное производство прибора МИМ-76.

### АНАЛИЗ — ДИАГНОЗ — ПРОГНОЗ

Специалисты одного из производственных объединений в содружестве с сотрудниками кафедры физиологии человека и животных биологического факультета Киевского госуниверситета имени Т. Г. Шевченко создали комплекс приборов, с помощью которых можно, не нарушая профессиональной деятельности человека, выполняющего сложные виды работ, в том числе в полете, под водой и на пожаре, получать подробную информацию о его состоянии, проводить экспресс-анализ этой информации и прогнозировать поведение в экстремальных условиях.



Комплекс можно использовать и для профессионального отбора операторов на сложные виды работ. Информацию о состоянии тестируемого кандидата, о его сердечно-сосудистой системе и о том, насколько кандидат в операторы может быть сосредоточен при выполнении задания, комплексу приборов посылает высокочувствительный датчик в виде кольца, которое надевается испытываемому на указательный палец руки.

Этот комплекс измерительных, регистрационных и анализирующих приборов может служить для обширных физиологических исследований и поиска путей оптимизации труда водолазов, пожарных и других операторов в системе «человек — машина».

На нижнем снимке: демонстрация комплекса приборов для анализа — диагноза — прогноза физиологических состояний оператора.



# ЭКОНОМИЯ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ

Экономия топлива, извлекаемого из недр,— процесс комплексный. С одной стороны, это переход на более рациональные методы разведки, добычи и переработки (обогащения), с другой — более эффективное использование самого топлива.

В статье «Возрождение для экономии» («Наука и жизнь» № 2, 1982 г.) на примере угля рассматривались возможности экономии топлива на первоначальном этапе: от разведки и добычи до переработки.

В этой статье рассказывается о путях экономии топлива при его потреблении.

Доктор геолого-минералогических наук **М. ГОЛИЦЫН** (Всесоюзный институт экономики минерального сырья и геологоразведочных работ), кандидат технических наук **В. ВДОВЧЕНКО** (Всесоюзный теплотехнический институт).

## ОСНОВНЫЕ ЗАТРАТЫ

До сих пор затраты на топливо составляют основную часть стоимости продукции многих отраслей. В себестоимости цемента они занимают 37 процентов, электроэнергии станций, работающих на угле,— 50, чугуна при доменном производстве — 40—60 процентов. Но цемента, электроэнергии, чугуна и многого другого производится все больше и больше. Соответственно растут суммарные затраты топлива — за год в мире потребляется более 11 миллиардов тонн условного топлива. Следовательно, увеличивается значимость единичных показателей. Достаточно сказать, что только один процент экономии от общего объема потребления топлива в мире составляет сейчас 110 миллионов тонн условного топлива, то есть более 20 тысяч полновесных железнодорожных составов угля.

В условиях нашей страны, как свидетельствует заместитель председателя Госплана СССР А. Лалаянц, каждый процент экономии топливно-энергетических ресурсов в общественном производстве по своему экономическому эффекту дает вдвое, а в некоторых отраслях и в 3—4 раза больше, чем экономия от роста производительности труда.

Задача заключается в том, чтобы, совершенствуя традиционные способы использования топлива, существенно сократить его расход. О том, что это достижимо, свидетельствуют такие данные. Удельный расход топлива на тепловых электростанциях в 1975 году составлял 340 г/кВт.ч, в 1980-м — уже 328 г/кВт. ч, а в 1985-му должен сократиться до 319 г/кВт. ч. И все же

следует думать, что максимальный экономический эффект принесут принципиально новые методы использования топлива.

## НА ПУТИ К ПОТРЕБИТЕЛЮ

Уголь, добытый на разрезе или в шахте, отправляется к потребителю. И в пути при перевозках в вагонах или автомашинами теряются многие миллионы тонн топлива. Дело в том, что, с одной стороны, возросла степень измельченности угля при его добыче, с другой — увеличились скорости на транспорте. И мелкие угольные фракции легко выдуваются из вагонов, автомашин. Причем особенно значительны потери при перевозках наиболее ценных продуктов, например, кузнечных углей и хорошо высушенных концентратов обогатительных фабрик. Так, при доставке топлива из Кузбасса в европейскую часть страны по железной дороге из одного вагона (50—60 тонн) теряется в среднем одна тонна обычного угля, а концентрата — 2,5 тонны. Угольная мелочь, выдуваемая из вагонов и автомобилей, загрязняет территорию вдоль дорог.

Как бороться с этими потерями? Выход здесь видится в использовании при перевозках угля различных защитных покрытий. С этой целью применяются синтетические полимерные материалы, отходы целлюлозно-бумажных производств, продукты и отходы нефтепереработки. Особенно эффективно использование битумных эмульсий. Например, при доставке дорожного концентрата из Донбасса на Нововелицкий завод (расстояние 639 километров) битумно-эмульсионное покрытие позволило полностью исключить потери в то время, как в незащищенных вагонах на этом же маршруте выдувалось по 0,8—1 тонне.

Наиболее же просты по составу и поэтому наиболее дешевы водомазутные эмульсии при соотношении: одна часть мазута, одна воды. При использовании этих эмульсий поверхностно-активные веществ-

**XI ПЯТИЛЕТКА 1981-1985**

**Экономика должна  
быть экономной**



Главное внимание должно быть сосредоточено на вопросах интенсификации экономики, на повышении эффективности общественного производства и качества работы, ускорении научно-технического прогресса, достижении высоких конечных результатов при наименьших затратах сырья, материалов, электроэнергии, топлива, финансовых и трудовых ресурсов.

Из постановления ЦК КПСС «О 60-й годовщине образования Союза Советских Социалистических Республик».

ва, содержащиеся в мазуте, создают прочную пленку, связывая мелкие фракции угля. Как показал опыт, на покрытие поверхности одного вагона расходуется 80—120 килограммов эмульсии. Она разбрызгивается специальными установками по поверхности одного вагона за 30 секунд — две тысячи вагонов в сутки.

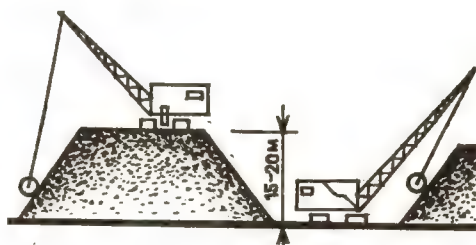
Важно и то, что мазут и другие нефтепродукты, которые входят в состав эмульсий, полностью сгорают в процессе коксования или при сжигании угля. В результате использования эмульсий только на одной обогатительной фабрике в Кузбассе было сэкономлено почти 230 тысяч рублей.

Дело теперь за тем, чтобы использование различного рода покрытий стало обязательной технологической операцией при подготовке угля к перевозкам.

Хранение угля тоже требует определенных предупредительных мер для предотвращения потерь. Некоторые разновидности угольного топлива при длительном хранении под воздействием окислительных процессов снижают калорийность, другие самовозгораются. Поэтому для разных сортов угля определены оптимальные размеры штабелей. Сами штабеля должны обрабатываться ингибиторами — веществами, замедляющими скорость химических реакций, уплотняться и покрываться различными защитными эмульсиями. Наиболее простой и широко распространенный способ снижения потерь при хранении — послойная укладка с уплотнением слоев угля бульдозером. Откосы штабелей обрабатываются специальными катками на кранах. Общая высота штабелей может достигать 20 и более метров с запасами угля в несколько сотен тысяч тонн.

## ТОПЛИВО ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ

Сегодня металлургия потребляет 25 процентов всего добываемого угля. В будущем, по всей вероятности, этой отрасли потребуются еще больше топлива. Известно, конечно, что металлургии нужен не сам уголь, а продукт его переработки — кокс — высококалорийное топливо, почти целиком состоящее из углерода. Само производство кокса весьма эффективно,



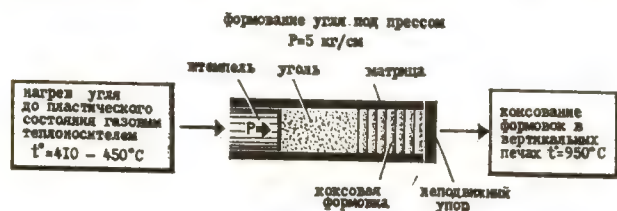
Уплотнение откосов угольных штабелей.

ведь, кроме основного продукта, при этом получают калорийный газ и смолу, которые идут на производство пластмасс, красителей, удобрений, а также многого другого. Сейчас коксохимическая промышленность производит более ста видов продуктов, а в перспективе их можно будет получать до трехсот пятидесяти.

Однако для производства кокса пригодны лишь малозольные угли строго определенных марок, запасы которых составляют всего десятую часть общих угольных ресурсов. В нашей стране из нескольких сотен месторождений лишь пятнадцать обладают промышленными запасами коксующихся углей, в основном Донбасс, Кузбасс, Караганда и Печора.

Дефицит коксующихся углей связан не только с определенной ограниченностью их запасов, но и с тем, что залегают они на больших глубинах или в сложных горно-геологических условиях, причем обычно в пластах небольшой мощности. Стоимость их добычи довольно высока. Поэтому усилия специалистов направлены на то, чтобы сделать пригодными для коксования низкосортные, например, газовые угли, запасы которых весьма значительны.

Из такого угля уже получен так называемый формованный кокс, который с успехом использован для опытной выплавки чугуна на Днепропетровском металлургическом заводе имени Г. И. Петровского. Технология получения формованного кокса разработана научно-исследовательскими институтами Минуглепрома СССР и Минчермета СССР совместно со специалистами Харьковского коксохимического завода. На основе этих опытных работ в институте



Производство формованного кокса из слабоспекающегося угля.

«Гипрококс» подготовлен проект промышленной установки мощностью 500 тысяч тонн в год для строящегося на Алтае коксохимического завода. В перспективе же в СССР к концу двадцатого столетия предполагается производить несколько миллионов тонн формованного кокса в год, что позволит сэкономить такое же количество дефицитных коксующихся углей.

Со своей стороны, сами металлурги, используя передовую технологию, сокращают потребление кокса в доменном процессе. Если, например, в 1960 году для выплавки тонны чугуна требовалось 825 килограммов кокса, то в 1980-м — 569 килограммов.

А долго ли вообще будет нужен кокс? Ведь сейчас разработаны методы прямого восстановления железа из руды, минуя доменный процесс. В нашей стране строится Старооскольский завод, где железо будет выплавляться без применения кокса. Однако масштабы внедрения этого, несомненно, прогрессивного процесса в производство пока ограничены рядом технических и экономических трудностей. И в обозримой перспективе именно кокс будет служить основой производства чугуна и стали.

Вот почему геологи расширяют масштабы поисков и разведки месторождений коксующихся углей как в освоенных бассейнах — Донецком, Кузнецком, Печорском, Карагандинском, так и в новых, еще слабо изученных — Южно-Якутском, Таймырском, Зырянском.

## КАК СЖИГАТЬ УГОЛЬ

Уголь используется традиционно для получения электрической и тепловой энергии. На эти цели расходуется около половины всего объема добываемого топлива. Каковы здесь пути экономии? Прежде всего это укрупнение производств, получающих энергию из угля. На крупных тепловых электростанциях коэффициент использования топлива составляет 85—93 процента, для обычных котельных этот показатель равен 67—70 процентам. У индивидуальных потребителей он и того ниже — не более 45 процентов. Дело в том, что на мощных электростанциях уголь сжигается в пылевидном состоянии и потому исполь-

зуется почти полностью. А в котельных при сжигании топлива в слоевых топках часть угля сплавляется с минеральными примесями и уходит в шлак, часть в виде мелочи проваливается сквозь колосниковые решетки. Немаловажно и то, что на крупных электростанциях обычно используются дешевые низкосортные угли с большим содержанием золы и влаги, а для котельных требуется дефицитное сортовое, а потому и более дорогое топливо. Реконструкция и модернизация электростанций, построенных десятилетия назад, — еще один путь экономии угля. Ведь на крупных современных энергопроизводствах для получения одного киловатт-часа расходуется 330 граммов топлива в условном исчислении, а на старых электростанциях — 350—380 граммов.

Уголь, сгорая, дает продукцию — тепло. Однако коэффициент использования этой продукции еще недостаточно высок. На самых современных теплоэлектростанциях он достигает 40 процентов, а на мелких электростанциях и котельных составляет лишь 25—30 процентов. Остальное тепло уходит в атмосферу. Но каждый его процент — это ведь миллионы тонн топлива.

Поэтому усилия энергетиков и теплотехников направлены на создание таких генераторов, которые позволили бы намного повысить коэффициент использования тепла. Советские специалисты уже разработали принципиально новую — магнитогиродинамическую систему генерирования электрического тока (МГД), в которой тепловая энергия непосредственно преобразуется в электрическую (минуя процесс парообразования) («Наука и жизнь» № 4 1974 г.). Уже создан первый в мире МГД-генератор мощностью 20,4 тысячи кВт, у которого коэффициент использования тепла 55—60 процентов, в полтора раза больший, чем на теплоэлектростанциях. При этом в полтора раза сокращается расход топлива. Начато сооружение энергоблока с МГД-установкой общей мощностью 500 тысяч киловатт. В качестве катализатора используется недорогая окись алюминия, причем расход ее очень мал — всего полкилограмма на тонну угля.

Один из важных путей использования низкокалорийных углей — сжигание их в так называемом «кипящем слое». Суще-

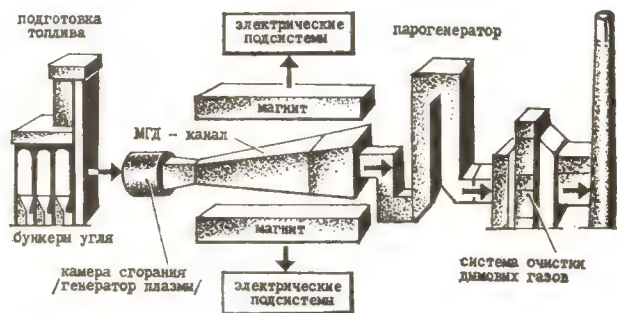


Схема магнитогиродинамической электростанции.



Схема топочного устройства с «кипящим» (псевдосжиженным) слоем.

1 — подача воздуха, 2 — подача топлива и инертного материала-известняка, 3 — известняк, 4 — уголь, 5 — отходящий газ, 6 — кипящий слой, 7 — теплопроводящие поверхности (пучок труб), 8 — отвод золы и шлаков.

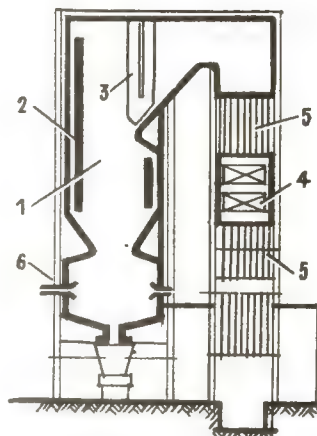
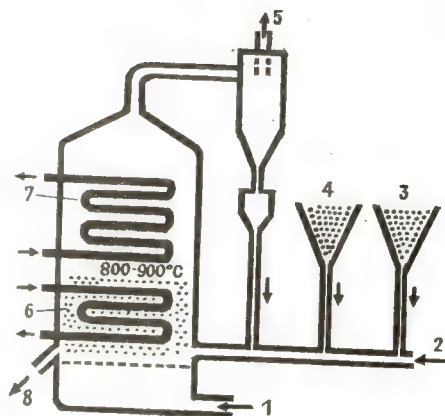
Схема котлоагрегата с термоэмиссионной подстройкой.

1 — топочная камера, 2 — термоэмиссионная надстройка, 3 — пароперегреватель, 4 — экономайзер, 5 — воздухоподогреватель, 6 — горелка.

ность процесса заключается в следующем: слой мелкодробленого угля толщиной 1—2 метра продувается снизу горячим воздухом, частицы топлива поддерживаются во взвешенном состоянии, что обеспечивает полноту их сгорания. Близкая схема сжигания угля положена в основу разрабатываемого сибирскими энергетиками каталитического генератора тепла (КГТ).

Каковы достоинства новых способов? Главное из них — увеличение коэффициента использования топлива. При этом резко снижается требование к качеству самого топлива — топочное устройство с «кипящим» слоем — каталитический генератор может эффективно использовать самые низкосортные, высокозольные угли. Кроме того, в «кипящем» слое достигается высокая интенсивность процесса горения и теплообмена, что позволяет в несколько раз уменьшить габариты и металлоемкость генератора по сравнению с существующими агрегатами на тепловых станциях. И, наконец, использование генератора резко снижает выбросы в атмосферу вредных продуктов сгорания угля — окиси углерода и окислов азота. Заметного повышения экономичности использования топлива можно ожидать от термоэмиссионных преобразователей. С их помощью в котлоагрегатах часть тепловой энергии превращается непосредственно в электрическую. Работа термоэмиссионных преобразователей основана на известном явлении — излучении электронов нагретыми телами — эмиттерами. Сочетание традиционного паросилового цикла с термоэмиссионной надстройкой позволяет увеличить суммарную мощность энергетических блоков на 10—25 процентов и повысить КПД тепловых электростанций до 50 процентов.

Существуют и другие пути экономии топлива при его использовании. Например, летучая зола электростанций, потребляющих антрациты и тощие угли, содержит до 20 процентов частиц несгоревшего топлива и может стать дополнительным источником топлива. Достаточно сказать, что только на электростанциях Украины за год образуется 10 миллионов тонн золы, содержащей 2 миллиона тонн угля. Уже разработана технология извлечения топлива из летучей золы. Она опробована на Приднепровской ГРЭС, где выход концентрата составил 16—20 процентов при его зольности в 24—25 процентов. Приднепровская ГРЭС потребляет 2 тысячи тонн угля в сутки. После его сгорания около



400 тонн топлива возвращалось обратно в топку, за год — 142 тысячи тонн. Стоимость такого количества угля составляет примерно 500 тысяч рублей.

## БЕНЗИН ИЗ УГЛЯ

Уголь и нефть при сравнении их элементного состава оказываются ближайшими родственниками. Главное различие твердого и жидкого топлива в разнице содержания наиболее калорийного элемента — водорода (4—8 процентов в угле против 11—15 процентов в нефти).

Но если тонко измельченный уголь насыщать в определенных термодинамических условиях водородом, то он почти полностью переходит в жидкое состояние. Получается синтетическая нефть, очень близкая по свойствам природной. Процесс гидрогенизации угля происходит обычно при температуре 400—500°C и давлении 50—300 кгс/см<sup>2</sup>. В качестве источника водорода и растворителя угля (пастообразователя) могут быть использованы остатки от перегонки нефти, а также синтетическая нефть, получаемая в результате само-

Элементный состав нефти и угля  
(в %)

Сырье	Углерод	Водород	Сера
<b>Нефть</b>			
Метановая	84—85,5	14,3—14,8	0,1
Нафтеновая	85—87	12,5—14,2	0,2
Смолистая	86—87,5	11—12,5	2,0
Сернистая	83,5—84,5	11,4—12,6	Более 3,0
<b>Уголь</b>			
Бурый (Канско-Ачинский бассейн)	70—74	4,6—5,2	0,2—0,7
Каменный (Кузнецкий бассейн)	80—84	5,4—5,7	0,5—0,6

го процесса гидрогенизации. Для интенсификации процесса в камеру вводится элементарный водород. Без растворителя в жидкое состояние переходит только 5—8 процентов угля.

Процесс гидрогенизации значительно ускоряется, а степень сжижения угля увеличивается, если применять катализаторы: молибден, кобальт, никель, железо, олово, алюминий и их соединения.

Жидкое топливо из угля можно получить и по другому принципу: сначала уголь подвергнуть газификации, а затем газ сжигать в присутствии катализатора, чтобы получить различные жидкие фракции.

Во многих странах вопросам производства синтетического жидкого топлива из угля уделяется самое серьезное внимание. Выделяются значительные средства на исследования, конструирование опытных и полупромышленных установок.

Пока еще искусственное топливо дороже натурального, но, как считает часть зарубежных исследователей, в ближайшие пять—десять лет их цены сравняются. По другим сведениям, стоимость производства синтетической нефти из угля будет равна 180—300 долларам за тонну, что в принципе сопоставимо с ценами на натуральную нефть (в январе 1981 года она составила на международном рынке 200—250 долларов за тонну).

В СССР исследования по гидрогенизации углей начались еще в 30-х годах. В последнее десятилетие они были возобновлены в Институте горючих ископаемых. Эксперименты ведутся в основном на базе дешевых бурых углей Канско-Ачинского бассейна и газовых, длиннопламенных углей Кузнецкого бассейна. При шахте «Бельковская» в Подмосковном бассейне строится опытная установка производительностью 5—10 тонн в сутки. Кроме того, на базе углей Березовского месторождения запроектировано строительство более крупной установки (75 тонн в сутки) для сжижения канско-ачинских углей.

Разработан прогрессивный способ так называемой жидкофазной гидрогенизации, где в качестве пастобразователя — донора водорода — используется не нефть, а продукты гидрогенизации угля.

Удельный расход угля в целом зависит в первую очередь от его качества и технологических свойств, а также от метода гидрогенизации. Чтобы получить одну тонну синтетической нефти с учетом всех затрат, в том числе на производство водорода и энергетическое обеспечение процесса, требуется 4—5 тонн канско-ачинского или 2—3 тонны кузнецкого угля.

В зависимости от условий проведения гидрогенизации и состава исходного угля можно получить бензин, солярку, мазут, керосин, а также сырье для органического синтеза.

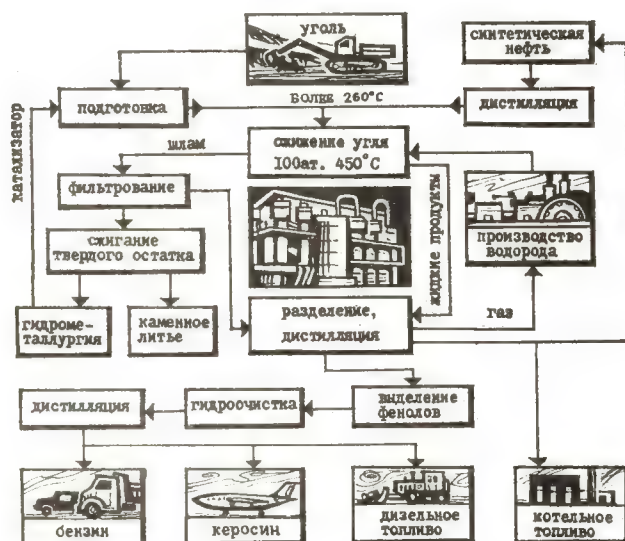


Схема гидрогенизации угля.



Затраты на производство одной тонны жидкого топлива из угля составляют около 80 рублей. А для того чтобы получить подобные продукты из нефти, добываемой на рядовых месторождениях, требуется затратить 120 рублей. Все это свидетельствует о больших перспективах производства синтетического топлива из углей, в первую очередь, Канско-Ачинского и Кузнецкого бассейнов. Однако масштаб подобных исследовательских работ у нас пока еще ограничен. Это объясняется тем, что Советский Союз по сравнению с другими странами лучше обеспечен ресурсами жидких и газообразных углеводородов. Но, видимо, уже настало время серьезно заняться проблемой сжигания углей, может быть, в ближайшие годы понадобится даже создать специальную отрасль топливно-перерабатывающей промышленности.

Еще один метод получения синтетического топлива — газификация, то есть обогащение низкокалорийного угля с целью получения высококалорийных газов различного назначения. Для газификации пригодны все виды твердого топлива, в том числе бурые и каменные угли, запасы которых у нас оцениваются в сотни миллиардов тонн.

В СССР еще в 50-х годах работало свыше 350 газогенераторных станций, дававших в год свыше 15 миллиардов кубометров энергетических и технологических газов. С ростом добычи дешевого природного газа объемы газификации угля резко уменьшились. В последние годы у нас вновь возрос интерес к этому процессу. Основными направлениями развития народного хозяйства на 1981—1985 годы и до 1990 года, например, предусмотрено: «Создать опытно-промышленную парогазовую установку мощностью 250 тыс. квт. с внутрицикловой газификацией твердого топлива».

И еще одно важное обстоятельство. Продукты, полученные в процессе газификации и гидрогенизации углей, гораздо меньше загрязняют атмосферу, чем уголь, сжигаемый на электростанциях.

В СССР общие геологические запасы бурых и каменных углей, потенциально пригодных для получения синтетического топлива, оцениваются в несколько триллионов тонн, в том числе пригодные для открытой разработки — более 200 миллиардов тонн.

Естественно, по разным причинам (неблагоприятный состав, высокая зольность, сложные горногеологические условия, высокая стоимость добычи, неосвоенность месторождений) большая часть этих огромных запасов сегодня нерентабельна для разработки, но и те запасы, которые экономически выгодно превращать в синтетическое топливо, исчисляются многими десятками миллиардов тонн.

Использование в топливном балансе страны синтетических углеводородов, получаемых из угля, только начинается. Впереди — оценка ресурсов и разведка месторождений углей, пригодных для синтеза, разработка полупромышленных, а затем и промышленных установок для гидрогенизации и газификации.

## ГДЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ УГОЛЬ

Пока основными направлениями использования угля остаются энергетика и коксование. Сегодня электростанции потребляют более 40 процентов твердого топлива, металлургическая промышленность — 25, промышленные котельные и коммунально-бытовой сектор — около 20, стройиндустрия и сельское хозяйство — свыше 10 процентов.

Заметим, что структура потребления угля непрерывно меняется. По сравнению с 1960 годом, например, значительно возросло использование угля на электростанциях, предприятиях черной металлургии, в сельском хозяйстве. В то же время на транспорте и в коммунально-бытовом секторе потребление твердого топлива значительно снизилось. И в перспективе больше половины добываемого угля будет расходоваться на производство электрической и тепловой энергии.

Но уголь не вечно будет сжигаться в топках электростанций. Ведь это не лучший способ использования заключенных в нем углеводородов. В перспективе, с развитием ядерной и термоядерной энергетики, уголь, как и нефть, все в больших масштабах будет направляться на химическую переработку.

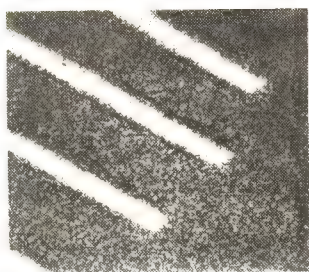
Уже сегодня развиваются новые направления использования угля. Он, например, служит основой для производства термоантрацита, карбида кремния. Электроды из термоантрацита подводят электроток в зону реакции для выплавки алюминия, легированных сталей, абразивов. Этот материал обеспечивает чистоту и высокие качества получаемой продукции.

Из угля (антрацита) после его высокотемпературной обработки получают термографит, который по своим свойствам превосходит естественный графит. И этот материал используется в самых различных отраслях промышленности.

Для очистки воды на электростанциях успешно применяют так называемый сульфуголь, который получают из коксующихся углей с помощью концентрированной серной кислоты при температуре 105—145°C.

Даже медицина стала использовать уголь. Так, группа ученых Института горючих ископаемых, руководимая лауреатом Государственной премии СССР С. И. Суриновым, разработала метод получения из угля адсорбента для очистки крови от токсичных элементов. Этот препарат — «гемосорбент Суринова» широко применяется в медицинской практике.

А, скажем, бурые угли, богатые гуминовыми кислотами, представляют собой ценное сырье для изготовления стимуляторов роста растений и животных. Эти стимуляторы, как свидетельствует опыт, значительно повышают урожайность зерновых культур и трав, до 20—25 процентов увеличивают привес скота.



На левом снимке — участок микросхемы на полилизине при большом увеличении электронного микроскопа. Ряды белковых молекул покрыты серебром, что позволяет подводить к молекулам импульсы тока. Правая фотография сделана в рентгеновских лучах, чтобы выявить, не составляют ли пылинки серебра, попавшие на изолирующий слой между белковыми линиями, сплошных цепей, которые могли бы вызвать короткое замыкание. Снимок показывает, что сплошного электрического соединения нет.

## В ПЕРСПЕКТИВЕ—БИОТИКА

По мнению многих специалистов, современная микроэлектроника, или, лучше сказать, современная технология производства интегральных схем, близка к пределу своих возможностей. Во-первых, практически достигнут предел плотности, с которой элементы электронных схем размещаются на основе — пластине полупроводника. Сейчас на одном квадратном миллиметре поверхности удается расположить не более 250 000 элементов — микросопротивлений, диодов, транзисторов и т. д. Немало, конечно, но этого уже недостаточно для завтрашнего дня. Приближается к пределу и возможная скорость действия. По некоторым прогнозам, всевозрастающие трудности при изготовлении более совершенных микросхем, увеличивающееся потребление энергии при их производстве и эксплуатации приведут к тому, что уже к 1985 году затраты на единицу продукции начнут увеличиваться, в то время как до 1975 года серийно производимые микросхемы все дешевели.

Где же выход? В последнее время взгляды инженеров обращаются к живой природе. Ведь в основе работы электронных приборов лежат в принципе те же явления, что и в основе биохимических процессов —

перенос и перемещение зарядов. Уже вошел в употребление новый термин — биотика. Биотикой называют направление электроники, которое предлагает использовать «патенты природы» для создания новых полупроводниковых материалов биологического происхождения и для изготовления микросхем методами, подобными процессам сборки структур живой клетки. Биомолекулярные интегральные схемы для ЭВМ будущего, возможно, будут не производить, а выращивать.

Ученых привлекает компактность «схем», быстрдействие и экономичность передачи информации в живых системах. Так, молекула хлорофилла при фотосинтезе получает сигнал в виде кванта света, после чего переходит в возбужденное состояние и дальше практически без потерь передает этот сигнал, запускает цепь последовательных химических превращений. Структуры, ответственные за фотосинтез в клетках листа, имеют размеры порядка десяти нанометров (миллионных долей метра). На одном квадратном миллиметре помещается более миллиарда таких элементов. Еще плотнее — до 3000 миллиардов на квадратном миллиметре — упакованы микротрубочки внутри нейрона.

Такой же фантастической плотности размещения элементов надеются достичь в биомолекулярных микро-

схемах, причем за счет такой сближенности быстрдействие их должно увеличиться более чем в сто раз по сравнению с современными микросхемами.

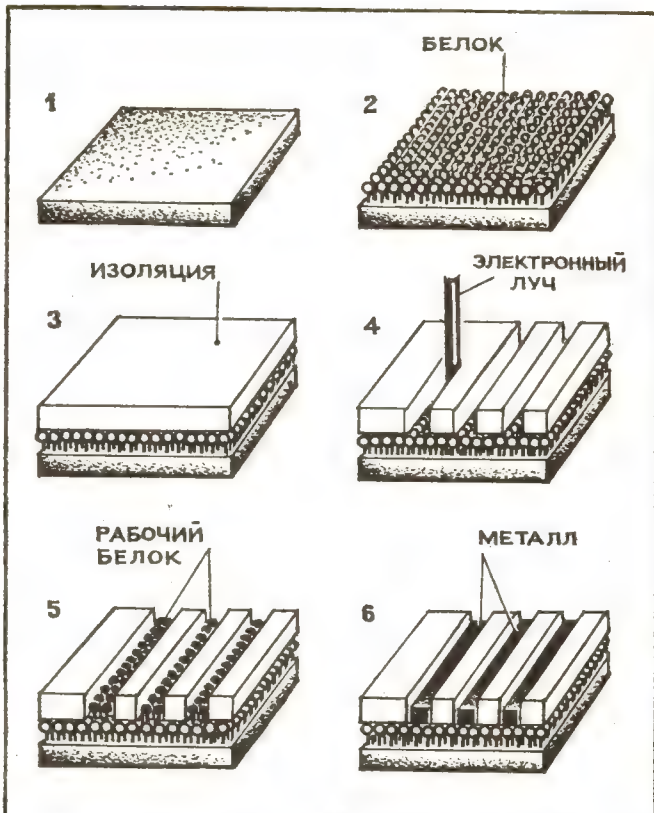
Первым шагом на этом пути можно считать разработанную американским биохимиком Джеймсом Макалиром технологию изготовления электронных схем на основе синтетического упрощенного белка полилизина. Макалир запатентовал свою идею и для ее эксплуатации и дальнейшей практической разработки основал небольшую фирму «ЭМВ».

Полилизин — полимер, состоящий не из двух десятков разных аминокислот, как естественные белки, а всего из одной, многократно повторяющейся — лизина. Сначала молекулы полилизина размещают мономолекулярным слоем на стеклянной пластинке, затем этот слой покрывают пластмассовой изоляцией. После этого узкий сфокусированный пучок рентгеновских лучей (или поток электронов), которым управляет ЭВМ, наносит на поверхность изоляции параллельные линии, их ширина — десятки нанометров, расстояние между ними — 200—250 нанометров. Пластмасса, обстрелянная лучом, растворяется в спирте, а соседние ее участки остаются целыми. На месте линий получаются щели, из которых выглядывают аминокрупы полилизина. К ним можно привить какой-либо другой белок, например, фермент, специализирующийся в живой клетке на переносе электронов. Генная инженерия делает реальностью и изго-

● НАУКА.  
ДАЛЬНИЙ ПОИСК



Этапы производства биомикросхемы по Макалиру. 1 — основа из стекла; 2 — на основу наносят мономолекулярный слой белка полилизина; 3 — сверху его покрывают изолирующей пленкой из полиметилметакрилата (оргстекла); 4 — электронный луч вырисовывает на слое изоляции нужную схему соединений, пластинку опускают в спирт, и облученные участки оргстекла растворяются, обнажая белок; на активные концы молекул полилизина прививают белок с нужными электрическими свойствами (5), либо, если в данном случае устраивают свойства полилизина, непосредственно на него осаждают металл, создающий контакты (6).



товление новых белков с заранее заданными полупроводниковыми свойствами.

Чтобы можно было подводить сигналы к работающим молекулам белка, его поверхность, открытая в щелях, покрывается тонким слоем серебра. Вначале опасались, что не удастся осадить серебро только на нужные места, оно может попасть на поверхность изоляции и привести к коротким замыканиям. Но изучение готовой микросхемы под большим увеличением (см. фото) показало, что между щелями лежат лишь отдельные частицы металла, не создающие сплошного контакта (на снимке они видны как белые точки).

Исследователи, занятые проблемами биотехники, считают, что биологические ультрамикросхемы позволят разместить в объеме кубического сантиметра па-

мать большой ЭВМ. Перспективы кажутся фантастическими. Так, оптимисты предполагают, что такой белковый «кубик» можно будет вживлять прямо в мозг, обогащая человека сразу всеми знаниями. Скептики высказывают опасения, что биосхемы будут менее надежны, чем обычные, на неорганических ма-

териалах. Ведь, как и детали всех живых организмов, они могут быть подвержены мутациям. Во всяком случае, первые ЭВМ на биологической основе появятся не ранее 2000 года, а выращивание биосхем, подобно живой ткани, — еще более далекая перспектива.

По материалам иностранной печати.

## НОВЫЕ КНИГИ

Крывелев И. А. Библия: историко-критический анализ. М., Политиздат, 1982, 255 с. 200 000 экз. 1 р.

В книге предпринята попытка обобщить данные науки, рассматривающей Библию как культурно-исторический памятник, возникший 2—3 тысячи лет назад. Анализируя библейские тексты, автор показывает их вполне реальное земное происхождение, раскрывает фантастичность библейской картины создания мира. Научная критика Библии — одна из актуальных задач атеизма.

Ананьев Г. А. Котовский. М., «Молодая гвардия», 1982, 208 с. 100 000 экз. 1 р. 10 к.

Имя выдающегося полководца Григория Ивановича Котовского (1881—1925)

стоит в одном ряду с именами других легендарных героев гражданской войны М. В. Фрунзе, С. М. Буденного, Н. А. Щорса, В. И. Чапаева. Приговоренный царизмом в 25 лет к смертной казни за революционную деятельность, Котовский был в мае 1917 года освобожден и отдал все силы победе революции. За героизм и мужество, проявленные в гражданской войне, Григорий Иванович был награжден двумя орденами Красного Знамени.

Прокушев Ю. Л. Колыбель поэзии. М., «Детская литература», 1982, 172 с. с илл. 100 000 экз. 1 р.

Книга знакомит с селом Константиновом на Рязанщине — родиной поэта Сергея Есенина. Рассчитанная на старшего классника, она будет интересна всем, кому дорого творчество поэта. В книге много интересных и малоизвестных фотографий.

Будущее науки: Международный ежегодник.— М. Знание, 1982 г.

Очередной, 15-й выпуск ежегодника «Будущее науки» посвящен перспективам научного прогресса. Видные советские и зарубежные ученые рассказывают здесь о путях развития различных отраслей знания, о том, что даст наука людям через 10, 20, 100 лет.

Главная тема ежегодника — высокая ответственность науки перед обществом.

Сборник открывается статьей председателя Госкомитета СССР по науке и технике академика Г. И. Марчука «Неиссякаемый источник прогресса». Остановившись на особенностях современного развития народного хозяйства страны, академик Марчук характеризует новые важные направления науки и техники, по которым предстоит значительно расширить фронт исследований в одиннадцатой пятилетке и в период до 1990 года.

«Наука вторгается,— пишет автор,— абсолютно во все сферы нашего обитания с единственной целью: улучшить, усовершенствовать их служение человеку.

Но в этой нескончаемой цепи совершаемых сегодня и будущих научных открытий есть самые главные звенья, те, от решения которых зависят узловые проблемы технического прогресса».

Проблемам программно-целевого планирования и управления посвящена статья академика В. Г. Афанасьева.

Об актуальных вопросах экономической теории социализма пишет доктор экономических наук В. А. Медведев.

Научно-техническим проблемам дальнейшего развития экономики посвящены статьи о робототехнике (автор — член-корреспондент АН СССР И. М. Макаров), о новых видах топлива (авторы академик В. П. Бармин, доктор технических наук И. Л. Варшавский, кандидат технических наук М. О. Лернер), о прямом преобразовании ядерной энергии в излучение (статья написана коллективом авторов во главе с членом-корреспондентом АН СССР Ю. Н. Бабаевым). Академик В. А. Авдеевский знакомит с перспективами космической технологии.

Лазер глазами философа, революция в орудиях труда, вызванная широким применением лазера в производстве, невиданно высокое качество энергии лазерного луча, настоятельная необходимость философского осмысления собственной лазеру нелинейности и шире — вообще нелинейных закономерностей — обо всем этом говорится в статье академика Н. Г. Басова «Квантовая электроника и философия».

«Экология в системе глобальных проблем современности» — так называется статья (один из авторов — академик А. В. Фокин), в которой обрисованы остро стоящие проблемы охраны природы и вместе с тем сложность ее кардинального решения в условиях соревнования двух социальных систем — социализма и капитализма. Авторы убедительно показывают значение подлинно научного, марксистско-ленинского подхода к изучению этой проблемы и необходимость широкого сотрудничества для осуществления мер по охране среды обитания.

Видное место на страницах ежегодника занимает тема сотрудничества в науке, возможностей, которые оно открывает перед человечеством на ближайшее и более отдаленное будущее.

В выпуске выступает также летчик-космонавт ГДР З. Иен.

Коитиро Томита. **Беседы о кометах.** Пер. с японского. М., «Знание», 1982, 320 с. 60 000 экз. 65 к.

Через несколько лет, в середине 80-х годов, произойдет интереснейшее астрономическое явление — возвращение знаменитой кометы Галлея к перигелию: она приблизится к Солнцу на минимальное расстояние. Это будет двадцать восьмое документально зафиксированное в истории человечества появление кометы вблизи Солнца и Земли, начиная с I века до нашей эры. Об истории комет, современном представлении об их природе и способах их обнаружения рассказывается в книге известного астронома, профессора Токийской обсерватории.

Локарман А. А. **Рассказ о самых стойких.** Предисловие акад. В. И. Смирнова. М., «Знание», 1982, 192 с. 70 к. 100 000 экз.

Почти полвека тяжелые серебристые песчинки, неразлучные спутники золота, добывавшегося в Южной Америке для пополнения испанской казны, по приказу короля уничтожили: они «портят» золото и подрывали доверие к отчеканенным из него монетам. Прошло время, и выяснилось, что эти песчинки, прозванные платиной (от испанского plata — серебро), по «благородству» не уступают ни золоту, ни серебру. Были обнаружены еще пять родственных платине элементов. Благодаря высокой химической стойкости, тугоплавкости и другим замечательным свойствам все члены семейства нашли широкое применение в целом ряде областей науки и техники. Академик В. И. Смирнов отмечает, что в книге ярко воссоздана история «платиноидов» в природе и обществе.



# ОЖИРЕНИЕ, АТЕРОСКЛЕРОЗ И ИММУНИТЕТ

● БИОЛОГИЧЕСКИЕ БЕСЕДЫ

Атеросклероз и возрастное снижение иммунитета — древние, как мир, болезни, поскольку основой их является механизм, обеспечивающий размножение и рост каждого организма.

Доктор медицинских наук В. ДИЛЬМАН.

Взглянув на заглавие этого раздела биологических очерков\*, читатель может выделить некоторое удивление и даже разочарование: уже столько раз писалось о связи между ожирением и атеросклерозом, и вместе с тем столько раз изменялись рекомендации по поводу характера питания, и в частности, суждения о вреде или безвредности обильного употребления таких продуктов, как мясо, яйца, животные жиры, и других, содержащих большое количество холестерина. Да, избыточное количество холестерина в пище вредно. Это установлено исследованиями характера питания в различных регионах и странах с высоким и относительно низким процентом больных атеросклерозом. Однако и сам организм пытается противостоять атеросклерозу, особенно если заболевание связано с неправильным питанием. По крайней мере молодой организм в ответ на избыток холестерина, поступающего с пищей, уменьшает его производство в печени, так что общий «холестериновый баланс» организма в какой-то степени поддерживается. К сожалению, с годами этот механизм саморегуляции нарушается и влияние пищевого холестерина возрастает.

Таким образом, по мере того, как все более выясняется сущность атеросклероза, изживаются и определенные колебания в научных течениях медицины. Об одном из путей к пониманию сути дела и пойдет речь в этом разделе биологических бесед.

Выводы о том, что атеросклероз развивается ускоренным темпом при ожирении или избыточном поступлении в организм холестерина с пищей, верны. И тем не менее, чтобы глубоко проникнуть в суть явления, надо еще ответить на вопросы: почему в организме появляется избыток холестерина, почему холестерин проникает в стенку сосуда, вызывая атеросклероз? Необходимость поиска ответа на эти и другие «почему» связана с тем, что в основе многих (если не всех) главных болезней человека лежат физиологические механизмы, которые до той поры, пока они функционируют нормально, обеспечивают истинные потребности организма. Только изучая эти физиологические механизмы, можно глубже познать живую природу и найти новые подходы к лечению этих болезней.

\* Начало см. «Наука и жизнь» № 11, 1979 г. и № 2, 1980 г.

В предыдущей статье, посвященной закону отклонения гомеостаза, рассказывалось, что избыток холестерина необходим для обеспечения усиленного деления клеток. Такое требование возникает в детстве в периоды интенсивного роста организма, и у женщин во время беременности (как, впрочем, и у горбуши в период нереста). В той и другой ситуациях дополнительный синтез холестерина обеспечивается за счет развития ожирения — в это время организм переходит преимущественно на жировой путь энергетического обеспечения, когда основным топливом становятся жирные кислоты.

Следовательно, и для плода и для ребенка в стадии роста «жировая энергетика» необходима. Но живая природа не отказывается в процессе естественного отбора от тех своих эволюционных достижений, которые служат продолжению жизни вида. Поэтому, если ожирение возникает вне связи с потребностями развития и роста организма, а уже совсем по другим причинам, например, вследствие переедания или снижения физической активности, или, что особенно важно, в силу возрастных изменений саморегуляции (см. «Наука и жизнь» № 3, 1978 г., стр. 88), то все равно, хотя в этом и нет физиологической потребности, ожирение создает механизм, при котором печень увеличивает производство холестерина.

Итак, почему ожирение увеличивает уровень холестерина в крови, а тот, накапливаясь в тканях, вызывает, в частности, атеросклероз?

Когда в организм попадает пищи больше, чем необходимо, в крови повышается содержание глюкозы, которая не может вся стореть как топливо: емкость энергетической топки, где происходит сжигание глюкозы, лимитирована. А коли есть избыток глюкозы, в кровь начинает поступать и гораздо больше инсулина — гормона, который превращает глюкозу в жир. Если в пище, помимо углеводов (из них образуется глюкоза), содержится еще в избытке и жир, то в печени из продуктов, возникающих из глюкозы и жирных кислот, в избытке образуются триглицериды — попросту жиры, а также холестерин. Оба эти вещества не растворяются в воде и не

могут покинуть печень самостоятельно. Поэтому в печени строится более сложная частица, содержащая белки — носители для триглицеридов и холестерина; так возникают агрегаты, называемые липопротеинами (от слов «липиды», к классу которых относятся холестерин и триглицериды, и «протеин» — белок).

В составе одного из таких липопротеинов — а именно липопротеинов очень низкой плотности (ЛОНП) — триглицериды и холестерин покидают печень, чтобы с током крови транспортироваться в ткани, в которых триглицериды (жир) дают энергию, а холестерин служит главным образом в качестве структурного каркаса мембран (оболочек) клеток. Энергетические и структурные липопротеины разделяются уже вне печени: из ЛОНП отделяются липопротеины низкой плотности (ЛНП), содержащие главным образом холестерин. Именно в составе ЛНП холестерин поступает к оболочкам клеток, в которых должно произойти деление. На оболочках таких клеток есть специальные приспособления — шлюзы (их называют рецепторами ЛНП), которые захватывают холестерин и передают его внутрь клетки, где он используется для построения мембран обеих дочерних клеток, возникающих в процессе клеточного деления.

Теперь легко понять, что когда ожирение развивается в организме, уже закончившем свой рост, то избыток холестерина, ранее поглощаемый потребностями роста, тоже будет попадать в клетки, но в клетки, в которых деление уже не происходит столь интенсивно, как раньше. Это относится и к клеткам, образующим стенку сосудов. Причем вследствие некоторых особенностей проникновения в эти клетки холестерина его концентрация в сосудистой стенке увеличивается параллельно с увеличением концентрации в крови ЛНП-холестерина. Избыток холестерина начинает откладываться в сосудистой стенке, открывая путь к заболеванию, которое обозначено словом «атеросклероз».

Недавно было установлено, что в основе каждой атеросклеротической бляшки находится скопление гладкомышечных клеток, образующих наряду с соединительной тканью остов крупных сосудов. Каждая отдельная бляшка происходит из одной родоначальной мышечной клетки, так что создается впечатление, что именно избыток холестерина (и инсулина) стимулирует эти клетки к серии последовательных делений. (Весьма вероятно, что избыточное поступление холестерина в некоторые виды клеток побуждает их к усиленному делению. В «памяти клеток» как бы остается след той роли, которую холестерин играл, обеспечивая интенсивное деление клеток во время эмбрионального развития организма и в детстве.)

Так возникает атеросклеротическая «бляшка», в которой напластованы мышечные и соединительные клетки — элементы, буквально пропитанные холестерином. Свою лепту в структуру этой бляшки вносит и ЛОНП, то есть липопротеины, обога-

щенные жиром (триглицеридами). Из триглицеридов под влиянием особых ферментов отщепляются жирные кислоты. Если есть их избыток, то он подхлестывает возникновение тромбов, состоящих из кровяных пластинок-тромбоцитов. И тогда на атеросклеротических бляшках нередко образуются тромбы.

Постепенно развивается атеросклероз, причем его порождает, по существу, столь жизненно необходимое явление, как механизм обеспечения деления клеток; только работает теперь этот физиологический механизм неправильно и избыточно.

Надо сказать, что организм не так уж беззащитен перед атеросклерозом. Во-первых, кроме липопротеинов, которые «вносят» холестерин в клетку (ЛОНП и ЛНП), существуют липопротеины высокой плотности (ЛВП), которые «убирают» излишний холестерин из клетки. Однако сейчас установлено, что печень уменьшает производство ЛВП, если снижается физическая активность человека или повышается количество жира в организме. А именно такое обычно наблюдается и с годами и при ожирении.

Второй барьер защиты от атеросклероза создает иммунная система. В эту многокомплексную систему входят, в частности, и макрофаги, или, как их раньше иногда называли, клетки-мусорщики, которые путем фагоцитоза — поглощения, открытого еще великим И. Мечниковым, «заглатывают» и разрушают отмершие клетки и различные крупные частицы — микробы, капельки жира. Между тем давно было замечено, что макрофаги, перегруженные жиром, не отвозят свой груз в коллекторы — лимфатические протоки, а как бы застывают на месте, превращаясь в так называемые «пенистые клетки». Эти клетки часто обнаруживают и в атеросклеротической бляшке.

Считается, что образование пенистой клетки — результат отравления макрофага балластом-мусором, то есть жиром. Однако после того, что удалось недавно высветить науке о влиянии обмена веществ на систему иммунитета, мне представляется, что «отравленные жиром» макрофаги являют собой одну из картин, которая отражает в целом феномен, обозначенный мною как метаболическая (обменная) иммунодепрессия. Чтобы понять происхождение этого явления, необходимо вновь обратиться к некоторым механизмам, возникающим во время беременности.

Нас интересуют две задачи, которые решает в этот период организм: первая — создание условий для быстрого увеличения массы клеток плода, о чем мы уже говорили, и вторая — подавление клеточного (трансплантационного) иммунитета.

На определенном этапе эволюции возникла иммунная система, которая (как это принято сейчас говорить) отличает «свое» от «чужого».

Вначале считали, что иммунная система защищает организм от проникновения в него лишь микробов и вирусов. Отличив состав тела микроба от собственных белков,



эта система способна использовать две формы защиты. При одной из них белые кровяные шарики — лимфоциты (их еще называют иммуноцитами, или В-лимфоцитами) вырабатывают защитные белки — антитела, которые, обладая «сродством» к чужеродным белкам микроба, нейтрализуют их. В-лимфоциты — носители так называемого гуморального иммунитета (гумор — жидкость), поскольку антитела, выработанные В-лимфоцитами, разносятся по организму с током крови.

Вторая форма защиты — так называемый клеточный иммунитет. Здесь защита осуществляется иммунными клетками — тимус-зависимыми лимфоцитами, или Т-лимфоцитами, которые, в свою очередь, подразделяются на несколько подгрупп.

Наконец, в этом кратком перечислении основных действующих лиц иммунной системы следует назвать А-клетки, или макрофаги, то есть клетки-пожиратели.

Все три основные системы иммунитета: клеточного, гуморального и А-клетки находятся в сложном взаимодействии друг с другом, координируя свою деятельность, в частности, с помощью особых веществ. Белки, образующие клетки, хотя и сложены у всех живых существ из одних и тех же элементов — аминокислот, имеют, однако, различный набор этих «строительных блоков». Именно эти различия и определяют индивидуальность состава тела у различных видов живых организмов да и различия между отдельными индивидуумами одного и того же вида. Поэтому каждый организм уникален и неповторим. Одно из следствий этого — несовместимость тканей.

Оплодотворенная яйцеклетка несет в себе свойства (наследственность) материнского организма, то есть «свое», но в равной мере она включает и наследственную информацию, полученную от отцовского организма, то есть «чужое». Следовательно, такая клетка является своеобразным чужеродным трансплантатом. Этот сплав «своего» и «чужого» распознается иммунной системой, и в соответствии с законами клеточного иммунитета плод должен быть отторгнут материнским организмом. Однако этого не происходит.

Рассмотрим теперь, как функционирует иммунная система, как те же самые обменные сдвиги, которые обеспечивают плод холестерином, одновременно обеспечивают необходимое подавление трансплантационного иммунитета во время беременности.

**Л**имфоциты памяти еще в период эмбрионального развития организма запоминают белки собственного тела, запоминают раз и навсегда, признавая их своими. И это свойство иммунологической системы, по существу, одно из важнейших способов сохранения постоянства внутренней среды организма. Направлена ли деятельность иммунной системы против микробов, вирусов, грибов, или поврежденных тканей собственного тела, или, наконец, против изменен-

ных свойств своих же клеток (что происходит при их злокачественном перерождении), ее цель — сохранить постоянство состава тела.

Защита от микробов и некоторых вирусов осуществляется главным образом гуморальным иммунитетом, или В-лимфоцитами, тогда как чужие клетки удаляются с помощью клеточного или трансплантационного иммунитета (Т-лимфоциты). И в том и в другом случае на разных стадиях иммунологической защиты работают также и макрофаги.

Естественно, что, поддерживая постоянство внутренней среды, иммунная система должна находиться во взаимодействии с другими главными гомеостатическими системами — прежде всего с адаптивной и энергетической.

О влиянии ряда гормонов на систему иммунитета известно уже больше десяти лет. Возможно, это и помешало увидеть более общие взаимосвязи между иммунной системой и системой адапционного и энергетического гомеостаза. Поэтому почти все были удивлены и даже несколько шокированы простотой взаимоотношений, когда стало ясно, что жир угнетает иммунитет.

Вначале казалось, что в угнетении иммунитета повинны особые вещества — простагландины (они образуются из полиненасыщенных жирных кислот, то есть жидкого, растительного масла). Важно, кстати, знать, что 50 граммов растительного масла, съеденного в течение дня дополнительно к обычному рациону, оказывают настолько мощное подавляющее влияние на активность клеточного иммунитета, что это не учитываемое в повседневной жизни влияние ученые предлагают использовать для лечения некоторых болезней. В дальнейшем, однако, стало ясно, что угнетение иммунитета происходит всегда, когда в организме возникает сдвиг в сторону усиленного использования жирных кислот в качестве топлива, причем не только ненасыщенных, но и насыщенных, то есть образующихся из «твердого» животного жира.

Организм высших животных не был бы столь совершенной саморегулирующейся системой, если бы на каждый сдвиг он не отвечал бы изменениями, направленными на противодействие этому сдвигу. Например, в условиях голодания, когда организму угрожает дефицит глюкозы, повышается использование жирных кислот. Тем самым глюкоза сохраняется для нервной ткани. Но этот же механизм интенсивного использования жирных кислот выполняет еще и роль сигнала, усиливающего продукцию глюкозы из белка.

Этот дополнительный синтез глюкозы во многих отношениях невыгоден. Ведь белок имеет во много раз более сложное строение, чем глюкоза, и его значение в организме исключительно: белок составляет основу жизни, будучи главным элементом всего того, с чем связана жизнедеятельность клетки, — ее многочисленных ферментов, контролирующих обмен веществ и энергии. Превращать белок в глюкозу, то есть в



топливо, — значит, отдавать все, что только возможно, в обмен на энергию. Но организм иногда должен это делать ради жизни, ибо жизнь не может поддерживаться без должного притока энергии. Поэтому организм под влиянием интенсивного использования жирных кислот, например, в периоды стрессорной опасности, усиливает превращение белка в глюкозу, но делает это, казалось бы, наиболее безопасным образом, используя вначале не белки тканей и органов, размеры которых должны сохраняться на оптимальном уровне, а белки лимфоцитов.

Для каждого основного класса веществ, участвующих в энергетических превращениях, в организме имеются запасы: для глюкозы — это гликоген печени и мышц, для жирных кислот — жир (триглицериды жировых депо), а для белка — это, как видно, Т-лимфоциты. Чтобы разъяснить это неожиданное положение, необходимо еще раз возвратиться к роли Т-лимфоцитов в осуществлении клеточного иммунитета.

В крови циркулируют, как правило, зрелые лимфоциты. И пока нет угрозы, то есть пока Т-лимфоциты не встречают ничего чужеродного, они ведут себя как обычные клетки, которые, как и все, стареют и затем погибают. Но как только мембрана Т-лимфоцита получает сигнал о появлении каких-либо «чужих» белков, отличающихся от белков организма, происходит серия удивительных превращений, и зрелый лимфоцит вновь обретает молодость и с нею способность к делению.

Каждая вновь появившаяся дочерняя клетка очень скоро (если «враг» продолжает проявлять себя) может вновь выступить в цикл деления. Число клеток прогрессивно возрастает, и «враг» подвергается мощной иммунологической атаке многократно увеличившейся армии лимфоцитов.

Некоторое время тому назад в одной из своих научных статей, посвященных возрастным изменениям иммунитета, я позволил себе сравнить Т-лимфоцит с одноклеточным организмом — амебой. Действительно, как только происходит деление зрелого лимфоцита и возникают два молодых потомка, можно констатировать, что лимфоцит избежал смерти и вместо «трупа» погибшей в своей старости клетки, которую уже как чужую должны были бы атаковать макрофаги, на свет появляются молодые клетки, способные, в свою очередь, к новому делению, то есть омоложению. В этой способности зрелого лимфоцита к делению можно видеть аналогию с непрекращающейся потенцией к делению у амобы. Различие лишь в том, что у амобы стимул к делению возникает внутри клетки, а для лимфоцита стимул приходит из окружающей среды, в которой обнаруживает себя враг — чужой белок (антиген).

Но и для амобы окружающая среда играет первостепенную роль, определяя реальную длительность существования. Ибо когда в окружающей среде накапливаются токсические вещества, они могут вызвать гибель сразу всех поколений одноклеточ-

ных организмов, обладающих потенциальным свойством бессмертия.

Свободно циркулируя по организму, лимфоциты, подобно амебам, получают питание из окружающей среды (этой средой для лимфоцитов прежде всего служат кровь и лимфа). Столь значительная аналогия между образом жизни одноклеточных организмов и лимфоцитов позволила предположить, что вопрос о жизни и смерти у Т-лимфоцитов так же, как и у амобы, решается в зависимости от свойств среды обитания. В самой упрощенной форме эту зависимость можно представить как отравление лимфоцитов токсическими веществами, а вернее, веществами, в избытке скопившимися в среде обитания. Иначе говоря, когда в крови сверх меры повышается концентрация таких жизненно необходимых веществ, как жирные кислоты, холестерин (возможно, также и инсулин), они становятся теми «токсическими» веществами, которые ограничивают деление, а следовательно, и жизнь лимфоцитов. А утратив способность к делению, лимфоцит теряет и то уникальное свойство, которое отличает его от других клеток, организованных в специализированные ткани тела (такие клетки тела, или, как обычно говорят, соматические клетки — от слова «сома» — тело, — стареют и умирают после того, как они исчерпают отпущенный им генетический лимит числа делений). И лимфоцит, если он утрачивает свое уникальное свойство омоложения, даруемое ему делением, погибает, уподобляясь любой телесной клетке.

И еще одно обстоятельство, о котором я уже упоминал. Когда в организме происходит переключение на жировой тип обеспечения энергией, избыток жирных кислот включает механизм воспроизводства глюкозы; достигается это не только тем, что жирные кислоты активизируют ферментные системы, превращающие аминокислоты в глюкозу, но и поставляют необходимые аминокислоты, которые добывают, разрушая Т-лимфоциты.

А в результате этих обменных пертурбаций активность клеточного иммунитета снижается (этот способ подавления иммунитета я потому и назвал метаболической иммунодепрессией: «метаболизм» — обмен веществ).

Метаболическая иммунодепрессия должна возникать во всех тех случаях, когда вместо глюкозы организм начинает усиленно использовать жирные кислоты в качестве топлива. Именно это происходит, как мы уже говорили, во время беременности. Но тогда повышение в крови уровня жирных кислот, АНП — холестерина и инсулина, свойственное «жировой энергетике», угнетая клеточный иммунитет, становится одним из защитных барьеров, предотвращающих отторжение плода как чужеродного трансплантата.

**В**от каким единообразным способом решаются две кардинальные задачи, столь необходимые для развивающегося организма:



с одной стороны, создаются условия для быстрого роста плода (этому, в частности, служит повышение синтеза холестерина), а с другой — подавляется активность клеточного (трансплантационного) иммунитета (и этому, в свою очередь, также способствует повышение уровня холестерина в крови, а затем и в лимфоцитах).

Необходимо подчеркнуть, что метаболическая иммунодепрессия, распространяясь на клеточный иммунитет, не затрагивает гуморальный. Будь иначе, то есть если бы обменные факторы тормозили активность всех отделов иммунной системы, организм во время беременности был бы чрезвычайно уязвимым. Но это не так: гуморальный иммунитет, который противодействует развитию инфекции, не страдает во время метаболической иммунодепрессии. Напротив, напряженность гуморального иммунитета в этих условиях нередко возрастает.

Итак, механизм возникновения метаболической иммунодепрессии при «нормальной» болезни беременного организма биологически целесообразен, а поэтому и существует у высших организмов.

Однако этот же механизм начинает функционировать при любом ожирении, поскольку любое ожирение вызывает усиленное использование жирных кислот в качестве топлива. Именно такое явление наблюдается при нормальном старении, при атеросклерозе (когда метаболическая иммунодепрессия препятствует макрофагам-мусорщикам убирать из сосудов излишний жир и холестерин), при хроническом стрессе (например, в условиях «голодовой» и «географической» адаптации, когда снижается активность иммунологической защиты и нередко возникают хронические заболе-

вания), при сахарном диабете, при котором столь часто возникают инфекционные процессы и т. д. Вот почему ожирение — это болезнь болезней.

Особенно неблагоприятно влияние ожирения, когда у организма, завершившего развитие, заканчивается оптимальный период для воспроизведения себе подобных. В это время ожирение и спешенная с ним метаболическая иммунодепрессия играют по-настоящему роковую роль, прокладывая дорогу к развитию атеросклероза и других болезней. Вот почему ожирение является не проблемой века, а вечной проблемой.

Но прежде чем перейти к следующему разделу этих биологических бесед, необходимо подчеркнуть, что, открыв механизм метаболической иммунодепрессии, наука способна добиваться восстановления и даже нормализации иммунитета. В отличие от тех воззрений, согласно которым возрастное снижение клеточного иммунитета обусловлено истощением или нарушением деятельности иммунных клеток, из которых образуются циркулирующие в организме Т-лимфоциты, можно теперь говорить о роли функциональных (обменных) факторов в возрастном снижении активности и этого типа иммунитета. Хотелось бы особенно подчеркнуть, что примеры функциональной, то есть в определенных условиях обратимой, нормализуемой природы метаболической иммунодепрессии знает сама живая природа. Вот один из них: во время многих заболеваний снижается аппетит, и это не случайно, организм таким способом стремится повысить свою иммунобиологическую защиту.

(Продолжение следует.)

## Н О В Ы Е К Н И Г И

Богуславский М. М. **Международная охрана культурных ценностей.** М., «Международные отношения», 1979. 192 с. с илл. 1 р. 50 к.

Работа посвящена памяти выдающегося русского художника Николая Константиновича Рериха (1874—1947 гг.). Н. Рерих был не только известным художником и путешественником, археологом, писателем, но и активным поборником международного сотрудничества, в частности инициатором заключения международного соглашения об охране памятников культуры — так называемого «Пакта Рериха». Отрывки из этой книги печатались в нашем журнале (№ 6, 1975 г.).

Комаров В. Н., Порцевский К. А. **Московский планетарий.** М., «Московский рабочий», 1979. 184 с. с илл. 55 к.

Среди достопримечательностей Москвы особое место занимает планетарий, которому недавно исполнилось 50 лет. Авторы — директор Московского планетария К. А. Порцевский и председатель секции астрономии и космонавтики В. Н. Комаров — знакомят читателей с астроплощадкой, многочисленными приборами, моделями, макетами, с единственным в СССР аппаратом «Планетарий»,

который позволяет не только побывать на различных широтах Земли, но и перенестись в звездные миры, увидеть «необыкновенные» небесные явления: солнечные и лунные затмения, звездный дождь, полярные сияния, кометы и многое другое.

**Физика микромира.** Маленькая энциклопедия. М., «Советская энциклопедия», 1980. 500 с. с илл.

Энциклопедия посвящена квантовой теории, лежащей в основе современной физики. Книга открывается тремя обзорными статьями, в которых изложены основные направления квантовой теории: «Квантовая механика», «Квантовая статистика», «Квантовая теория поля». Они знакомят читателя с физическими законами микромира. Далее в алфавитном порядке следуют 300 справочных статей об отдельных явлениях микромира и понятиях квантовой теории, ее экспериментальных методах. Не претендуя на исчерпывающее изложение предмета, энциклопедия тем не менее рисует широкую картину: от зарождения гипотезы квантов до современных представлений о строении материи и квантовых законах ее движения, о новых идеях, проблемах и перспективах развития квантовой теории.

Книга написана популярно и вполне доступна для человека со средним образованием, интересующегося современной физикой.

# КАК РАЗМЕЩАЮТ

История планомерного развития народного хозяйства СССР — это одновременно и история целенаправленного экономического преобразования обширной территории страны. Разработанный по указанию В. И. Ленина план ГОЭЛРО был не только первым единым хозяйственным планом, но и первым воплощением ленинской научной концепции рационального размещения производительных сил и комплексного формирования хозяйства экономических районов Советской России.

В наше время для решения задач развития и размещения различных производств все шире применяются экономико-математические методы и вычислительная техника. Эти методы, в частности, использовались при разработке девятого и десятого пятилетних планов.

Исследования в этой важной области ведутся в течение почти двух последних десятилетий рядом научно-исследовательских организаций под научным руководством Центрального экономико-математического института АН СССР (ЦЭМИ), Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения АН СССР (ИЭОПП) и Совета по изучению производительных сил при Госплане СССР (СОПС).

Кандидат экономических наук Ф. ГУРВИЧ, заведующий сектором ЦЭМИ, заместитель главного редактора журнала «Экономика и математические методы».

Так повелось издавна: промыслы возникали там, где находились умельцы и оказывались под рукой необходимые материалы, или, говоря на современном экономическом языке, при наличии двух основных факторов: кадров и материальных ресурсов. С переходом человечества от промыслов к промышленному производству число факторов, принимаемых в расчет, стало быстро возрастать. Потребовалось учитывать уже не только наличие месторождений и резервов рабочей силы, но и то, как близко расположены потребители продукции от места ее производства, наличие транспортных путей и т. д. Число факторов росло, но человек сохранял за собой возможность выбора наилучшего варианта размещения производств, опираясь при этом на свой здравый смысл и не вдаваясь в сложные расчеты.

Сегодня, когда резко возросли масштабы народного хозяйства, стали многообразнее взаимосвязи предприятий, увеличились скорости социально-экономических процессов, задача выбора наилучшего варианта при размещении производств резко усложнилась. Соответственно возросла и цена ошибки. Снижение лишь на 1—2 процента экономического эффекта, вызванное ошибкой при проектировании крупного предприятия, стоит сегодня миллионы рублей.

Предположим, что перед нами поставлена задача размещения и развития нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих производств. Для ее решения потребуются принять и расчет сотни факторов. Нужно, скажем, учесть не только, где и как расположены места добычи нефти, но и само ее качество. От степени вязкости и других свойств нефти зависит выбор экономического способа ее транспортировки. В первую очередь мы выясняем, можно ли использовать для этих целей такой относительно дешевый вид транспорта, как нефтепровод.

Разные сорта нефти отличаются различным содержанием светлых компонентов, а также масляных фракций, серы и других веществ. Значит, и процессы переработки этих сортов тоже будут отличаться друг от друга.

А теперь мы должны прикинуть, в каких пропорциях нужно организовать производство бензина и дизельного топлива. Для этого понадобится предугадать величину и структуру потребления подобных нефтепродуктов различными видами транспорта, и прежде всего автомобилями. Выяснив это принципиальное соотношение, можно идти дальше: выбирать процессы и технологические схемы на заводах, выяснять возможность обеспечения топливом других отраслей хозяйства и т. д.

Совершенно очевидно, что при решении подобной задачи одним здравым смыслом обойтись невозможно, нужен точный расчет. И он сегодня осуществляется с помощью специальных экономико-математических методов и моделей на базе вычислительной техники.

Для нашего случая пригодны производственно-транспортные модели, которые сейчас широко применяются. Они дают возможность одновременно определить и объем производства и оптимальную схему размещения заказов, то есть наиболее выгодное прикрепление поставщиков к потребителям. Подобные решения особенно эффективны для нефтедобычи и нефтепереработки, черной металлургии и иных «многоотраслевых» производств, где важно учитывать транспортный фактор.

Другая группа моделей используется для отдельных отраслей или нескольких предприятий, выпускающих одноименные и родственные продукты, например, пластмассы, химические волокна. С помощью этих моделей определяется, какие нужно выпускать продукты и в каком количестве, то есть устанавливается наиболее благоприятная структура производства.

Третья группа непосредственно служит для выбора отдельных производственных



# АНТИБИОТИКИ: ВЧЕРА И СЕГОДНЯ

Доктор медицинских наук В. ПРОЗОРОВСКИЙ (г. Ленинград).

*«Настанет день, когда найдут способ выделить из плесени активное вещество и выделить его в массовом масштабе. И тогда мы увидим, оно будет широко применяться против болезней, вызванных теми микроорганизмами, которые, как я знаю, оно уничтожает».*

А. Флемминг, 1937 г.

Все началось с обычной зеленой плесени. Первым, кто описал удивительные свойства зеленоватого пушистого налета, неведомо откуда появляющегося на забытых пищевых остатках, был профессор Военно-медицинской академии В. А. Монассейн. Его статья «Об отношении бактерий к зеленому кистевнику и о влиянии некоторых средств на развитие этого последнего», в которой рассказывалось о способности плесени убивать микробов, появилась в печати в 1871 году. Более ста лет назад! Через год в статье «Патологическое значение плесени» профессор А. Г. Полотебнов сообщил о попытках использовать плесень для лечения гнойных ран. Позднее эту способность одних микроорганизмов подавлять рост и размножение других микроорганизмов описали многие авторы. Явление назвали антибиозом («анти» — против и «биос» — жизнь). Луи Пастер, как и другие ученые, наблюдавший борьбу между микробами, предсказывал его использование в медицинских целях.

В 1896 году итальянский врач Б. Гозно, изучавший причины поражения риса плесенью, выделил культуру зеленоватого микроскопического грибка. Жидкая среда, в которой грибок рос, оказывала губительное действие на бактерии сибирской язвы. Фактически в руках Гозно был первый в мире антибиотик, однако он не получил практического применения и был забыт. Немецкие ученые Р. Эммерих и О. Лёв получили из

культуры синегнойной палочки (по-латыни она называется «пиоцианеум») препарат пиоцианазу, который одно время использовали для лечения ран. Одновременно советский ученый Н. Ф. Гамалея из культуры той же палочки получил препарат пенокластин. Однако из-за непостоянства лечебного эффекта этих препаратов их вскоре перестали применять. В 1913 году в Америке микробиологи Альсберг и Блек получили антибиотическое вещество из культуры грибка, принадлежащего к семейству пенициллиумов. Они назвали это вещество пенициллиновой кислотой и собирались применить в клинике, но начавшаяся мировая война помешала завершить исследования.

На фоне многочисленных наблюдений за антибиозом со столь ничтожной практической пользой сообщение английского ученого Александра Флемминга, сделанное в 1929 году, о выделении им грибка пенициллиум нотатум, способного уничтожать опасных для человека стрептококков и стафилококков, не вызвало ни удивления, ни восторгов. Хотя сам Флемминг был убежден в большом будущем своей находки, его оптимизм мало кто разделял. Дело в том, что действующее начало пенициллиума оказалось очень нестойким к нагреванию и при попытках выделить его в чистом виде разрушалось.

Приближение войны заставило многих ученых пересмотреть характер своих занятий. Руководитель кафедры патологии Оксфордского университета профессор Говард Флори со своими помощниками решил на-

чать изыскание нового лекарства для борьбы с микробами. Нельзя сказать, что в 1939 году выбор подобных препаратов был богат. Но все же можно было начинать не на абсолютно пустом месте. В 1936 году немецкий ученый Домагк получил красный стрептоцид, который можно было, конечно, усовершенствовать. Была пеницилиназа, был, наконец, лизоцим — антибиотик, содержащийся в слюне и слезах человека, открытый все тем же А. Флеммингом в 1922 году. Однако выбор пал на плесневый грибок. Быть может, потому, что один из основных помощников профессора Флори, Эдвард Чейн, был биохимиком и предполагал, что действующим началом культуры плесени является фермент?

Уже через год оксфордская группа ученых получила первые порции лекарства, которое они назвали пенициллином. По правде говоря, пенициллина в той желтоватой жидкости, которую радостные ученые демонстрировали своим коллегам, содержалось не более 1 процента. Но все же это было лекарство. Сначала с его помощью были излечены мыши, зараженные смертельной дозой стафилококка, потом очередь дошла и до человека. 12 февраля 1941 года с помощью пенициллина была сделана попытка спасти от неминуемой смерти мужчину, который погибал от заражения крови. Несколько инъекций пенициллина в течение дня улучшили его состояние, однако пенициллина оказалось слишком мало, спасти первого больного так и не удалось.

Несмотря на кажущуюся неудачу, успех лечения был столь очевиден, что ученые поставили себе задачу получить большие количества пенициллина. Ценой неимоверно интенсивного труда в 1942 году удалось спасти жизнью нескольким сотням больных, в том числе и многим летчикам, пострадавшим во время воздушных боев над Лондоном. Промышленный выпуск пенициллина был начат в 1943 году в Соединенных Штатах Америки, куда в поисках лучших условий для налаживания нового производства перебралась оксфордская группа.

В эти же примерно годы многие страны поставили перед собой задачу получить свой собственный пенициллин из своего сырья.

В Советском Союзе эту трудную и почетную работу выполняли академик АМН СССР З. В. Ермольева и Т. И. Базелина. В тяжелых условиях военного времени были собраны многочисленные образцы плесени и испытана их противомикробная активность. Найденный грибок пенициллиум крустозум оказался даже продуктивнее английского и американского.

В 1943 году была создана специальная комиссия во главе с Главным хирургом армии академиком Н. Н. Бурденко. Комиссия отправилась на фронт, чтобы проверить новый антибиотик во фронтовых условиях. Вот что пишет о нем сама Зинаида Виссарионовна Ермольева: «Препарат излечивал больных, погибавших от заражения крови, больных рожистым воспалением и воспали-

нием легких. Он давал хорошие результаты при лечении газовой гангрены, предупреждал развитие нагноения в ране после хирургической обработки, способствовал ликвидации гнояных процессов при тяжелых ранениях черепа». В общем, это было новое оружие, которое внесло свой вклад в победу.

Хорошо известно, что правильно сформулированная задача содержит в себе половину решения. Положение последователей всегда легче положения первооткрывателей: они знают, что искать. В данном случае было ясно и как искать. Нужно было решить вопрос: где?

Плесневые грибки искали на свалках и в сточных ямах. Первые порции промышленного пенициллина были получены при размножении плесени, которая росла на дыне, принесенной с базара одного из городов американского штата Иллинойс. Там она валялась среди прочих отбросов. И наш отечественный пенициллин ведет свое происхождение от плесени одного из московских подвалов.

Но где искать новые антибиотики? На их возможный источник указал в свое время Пастер. «Не правда ли удивительно, — говорил он, — все зараженные отбросы рано или поздно попадают в землю, но земля не становится источником заразы. Микробы погибают в ней». Действительно, как выяснилось впоследствии, в земле живет и размножается масса микроорганизмов. С одного гектара земли можно было бы собрать полтонны бактерий, грибов и дрожжей. Если бы все они беспрепятственно размножались, то земля вспухала бы на глазах. Но этого не происходит, потому что между микробами идет жесточайшая химическая война, оружием которой служат антибиотики. Нужно только среди всей массы микроскопических фабрик антибиотиков отыскать такие, которые вырабатывают наиболее сильное оружие против бактерий, опасных для человека. Вот эту трудную работу и проделали в Америке ученые З. Я. Ваксман и Рене Жиль Дюбо. После испытаний более чем 10 тысяч различных проб земли оба достигли успеха. В 1942 году Дюбо выделил антибиотик грамицидин, и ныне используемый для лечения ран, а Ваксман — стрептомицин, который широко применяется в борьбе с туберкулезом.

В 1945 году был получен четвертый антибиотик — хлортетрациклин. В 1947 году — пятый — хлорамфиникол, известный у нас в стране под названием левометицил. Далее антибиотики посыпались как из рога изобилия — примерно по 20 новых веществ в год. Сейчас их известно уже более 4 тысяч, из них примерно 200 весьма активных при болезнях человека. 60 антибиотиков прочно вошли в мировую практику здравоохранения. Кстати сказать, многие из них выделены из земли. Советский ученый Н. А. Красильников, изучив свойства почвенных бактерий многих областей нашей страны, обнаружил, что наиболее богаты производителями антибиотиков земли Казахстана.



И все же, несмотря на достоинства новых препаратов, пенициллин до сих пор остается самым распространенным. Только в США он выпускается ежегодно в количестве 1500 тонн. Почему?

Необычайная приверженность врачей к пенициллину неслучайна.

Во-первых, он оказывает очень сильное противомикробное действие.

Судите сами. Для того, чтобы подавить жизнедеятельность микробов в ведре воды, в него нужно добавить не менее 10 граммов карболовой кислоты (она обычно используется как стандарт), или 1 грамм фурацилина, или 0,1 — норсульфазола, или 0,01 грамма пенициллина. Речь идет, разумеется, о микробах, чувствительных к этим препаратам.

Но главное, пожалуй, все же не в активности. Другие антибиотики не менее сильны. Главное (это во-вторых) в том, что пенициллин почти совсем не оказывает на человека вредного действия.

Обычно для оценки степени ядовитости того или иного вещества определяют его смертельную дозу для мышей. Чем больше эта доза, тем вещество менее ядовито. Так вот, чтобы вызвать гибель мыши, ей необходимо ввести внутривенно антибиотик пистатин в дозе 0,04 мг, грамицидин — 0,4 мг, тетрациклин — 1 мг, стрептомицин — 5 мг, а пенициллин — 40 мг. Учитывая, что человек в 3500 раз больше мыши, что в 1 мг содержится 1666 ЕД (единиц действия) пенициллина, что самые большие флаконы препарата, используемые лишь при крайне тяжелых заболеваниях, содержат по 1 000 000 ЕД, нетрудно подсчитать опасную для человека дозу. Она содержится в 233 флаконах — при условии, что содержимое этих флаконов будет вводиться в организм одновременно. Это, согласитесь, говорит о полной нетоксичности пенициллина.

А в-третьих, пенициллин можно применять для лечения не только взрослых больных, но и детей и беременных женщин, чего нельзя сказать о других антибиотиках. Одни из них просто запрещено назначать новорожденным. Например, левомецетин. Другие применяют с большой осторожностью и по особым показаниям. Стрептомицин, неомицин и подобные им антибиотики могут вызывать у людей глухоту, поражая слуховой нерв. Дети обладают повышенной чувствительностью к стрептомицину, а обнаружить начальные стадии поражения нерва у них труднее, чем у взрослых. Как ни стараются ограничить его применение, а все же 12 процентов глухонемых детей, по данным зарубежной печати, являются жертвами стрептомицина. Тетрациклин опасен для беременных женщин. В первые месяцы беременности он может вызвать возникновение уродств плода, а при приеме в последние месяцы — отложиться в костях и зачатках зубов будущего ребенка. Кости с тетрациклином растут медленнее, а зубы окрашиваются в коричневый цвет и быстрее портятся. По этой же причине тетрациклин стараются не давать детям до 6 лет.

Вот почему врачи не устают повторять: «Только по рецептам врача, никакого самолечения антибиотиками».

Однако пенициллин тоже имеет свои недостатки. Как ни хорош он, но все же не идеален. Оказывается, при повторном применении у некоторых людей развивается к нему повышенная чувствительность. Такое состояние в медицине названо аллергией. Чем дольше пенициллин применяется, тем больше становится аллергиков — людей, которым он противопоказан.

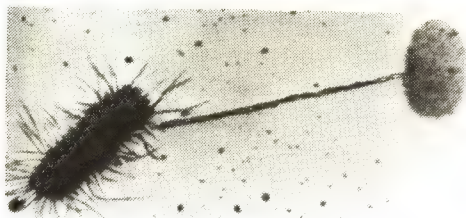
Пенициллин действует на сравнительно небольшое число подвидов микробов, а потому эффективен лишь при определенных болезнях. Набор микроорганизмов, который может быть обезврежен антибиотиком, называется спектром его действия. Так вот, у пенициллина спектр противомикробного действия узкий, намного уже, чем, скажем, у тетрациклина. Это тоже не всегда желательно в клинике.

Самый же большой недостаток пенициллина в том, что микробы к нему сравнительно быстро привыкают. Если в первые годы его действие напоминало маговение волшебной палочки, чудо, воскрешение из мертвых, то теперь такие чудесные выздоровления встречаются все реже. Иногда приходится слышать, что, дескать, «пенициллин нынче пошел не тот». Это неверно. Пенициллин тот же — микробы стали другие. Они научились вырабатывать особое вещество — фермент, который разрушает пенициллин. Называется он пенициллиназа. Если микроб вырабатывает пенициллиназу, то пенициллин на него не действует.

Как и все живые существа, микробы делятся не только на виды, но и на подвиды. У животных при этом говорят о породах, у растений — о сортах, а у микробов — о штаммах. Штаммы микробов, как и все остальные подвиды, отличаются между собой по каким-либо качествам. Одним из таких качеств может быть большая или меньшая способность вырабатывать пенициллиназу.

При заболевании в теле человека поселяются и начинают размножаться один или несколько штаммов микробов. Если высевать микробы от многих больных и во многих больницах, то окажется, что каждый вид микроба имеет сотни разных штаммов. У каждого из них можно определить степень чувствительности к пенициллину. Обратимся к одному из таких определений, причем выберем какой-нибудь чувствительный микроб.

Вот, скажем, гемолитический стрептококк. У человека он вызывает ангины, эндокардиты, воспаление почек и другие опасные заболевания. Наиболее чувствительные штаммы стрептококка гибнут уже при воздействии на них пенициллином в концентрации 0,0012 ЕД в миллилитре, большинство же штаммов — при концентрации много большей — 1 ЕД/мл, и, наконец, отдельные штаммы реагируют лишь на концентрацию 10 ЕД/мл. Теперь произведем мысленное лечение больного. Из-



Передача фактора устойчивости «R» от одной микробной клетки к другой через протоплазматический отросток. Электронная микрофотография (увеличение — 20 000 раз) из книги Ц. Ватанабе «Молекулы и клетки».

вестно, что если ввести ему внутримышечно пенициллин в дозе 20 тысяч ЕД, то в каждом миллилитре его крови будет содержаться примерно 1 ЕД. Это достаточно для гибели микробов большинства штаммов, но, как мы знаем, не для всех. А какими штаммами заражен больной? Если чувствительными, то эффект обеспечен, а если малочувствительными? Тогда, очевидно, какая-то часть их погибнет, а остальные размножатся и дадут начало многочисленному устойчивому потомству. Вот если бы знать об этом заранее, то можно было бы ввести больше пеницилина. Доза в 1 000 000 ЕД создает в крови концентрацию 10 ЕД/мл. Этого достаточно для уничтожения всех микробов. Но ведь не будешь же каждого больного лечить максимальными дозами лекарства.

Чтобы не превращать больных в селекционные станции по выведению устойчивых микробов, в настоящее время принято определять чувствительность микробов, вызвавших заболевание, к разным антибиотикам и лечить тем из них, чувствительность к которому высока. Да и в процессе лечения контролировать достаточность назначенных доз препарата. Это, конечно, значительно удорожает лечение, зато делает его более надежным.

К сожалению, нужно признать, что и такой наиболее рациональный путь терапии тоже оказался не без изъяна. Было установлено: пенициллин может хорошо «работать» в пробирке, но быть совершенно неэффективным при введении больному. Недавно выяснилась причина этого странного явления.

Под влиянием пенициллина происходит отбор выносливых штаммов, разумеется, не только среди опасных болезнетворных микробов, но и среди «мирных», постоянно живущих в кишечнике, в глотке и дыхательных путях человека. При заболевании они столь же мирно уживаются и с пришельцами. Мало того, оказывается, они могут брать болезнетворные микробы под свою защиту, выделяя пеницилиназу и ослабляя действие антибиотика.

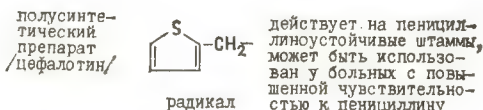
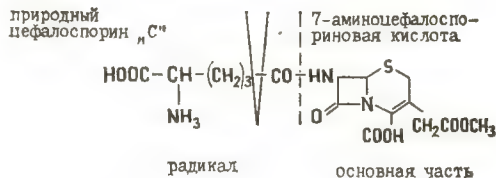
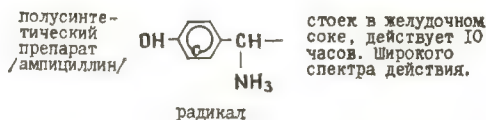
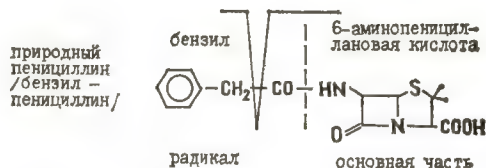
В недавнее время удалось доказать, что вред от таких «мирных», устойчивых к пенициллину микробов значительно больший, чем это казалось сначала. Ученым удалось зарегистрировать совершенно неожиданное явление — передачу устойчивости от одного вида микробов к другому. Человек может заболеть, заражаясь чувствительными микробами, но эти микробы уже внутри человеческого организма «заражаются» устойчивостью, и пенициллин,

эффективный в начале болезни, перестает действовать. Установлено, что генетическая информация, обеспечивающая выработку пенициллиназы, хранится не в ядре клетки, а в особых протоплазматических включениях — эписомах. Эти гены условно обозначают как фактор R — от английского слова resistance — устойчивость. Поскольку эписомы не связаны с основной жизнедеятельностью клетки, они могут передаваться от одного микроба к другому. На микрофотографии, сделанной с помощью электронного микроскопа, хорошо видно, как один микроб, выдвинув из своего тела протоплазматический отросток, передает другой клетке эписомы, а с ними и устойчивость к пенициллину.

Микробы — носители фактора R чаще всего обнаруживаются в среде медицинских работников. Может быть, именно поэтому у медиков все болезни протекают тяжелее? Во всяком случае, нет сомнений, что это один из весьма существенных факторов профессиональной вредности, о которой раньше и не догадывались.

Быстрее всего устойчивость к пенициллину развивается у стафилококков, образно названных «чумой XX века». За годы про-

Схема получения полусинтетических пенициллинов.





шедшие с начала применения пенициллина, их чувствительность к этому антибиотику снизилась в 2000 раз! В 1944 году только 10 процентов штаммов стафилококков были устойчивы к пенициллину. В 1950 году их число возросло до 50, в 1965-м — до 80, а в 1975-м — до 95 процентов. Можно считать: всё — стафилококков больше пенициллином не испугаешь. С остальными микробами дело обстоит несколько лучше, но и их чувствительность постепенно снижается.

В 1977 году группа канадских специалистов проанализировала использование антибиотиков в больнице города Гамильтона. Оказалось, что хирурги применяли антибиотики неправильно в 42, а терапевты в 12 процентах случаев. Из чего они складываются, эти ошибки?

На первом месте стоит применение антибиотиков с профилактическими целями. За исключением особых ситуаций, которые можно пересчитать по пальцам, такое назначение не приводит к успеху. На втором — назначение антибиотиков в недостаточных дозах или реже, чем это нужно, для поддержания их высокой концентрации в крови. На третьем — использование антибиотиков не по назначению, скажем, для местного лечения.

Как теперь точно установлено, именно при таком способе применения устойчивость микробов развивается особенно быстро. Есть много лекарств из группы антисептиков: диодол, перекись водорода, фурацилин, препараты ртути и серебра, энтеросептол, диоцид, — вот их и нужно использовать для местного лечения.

Чтобы повысить эффективность лечения и предупредить развитие устойчивости, в большинстве стран, как и у нас, продажа антибиотиков без рецепта врача запрещена. И лечение этими препаратами проводится только под его наблюдением.

Все антибиотики разделены на две подгруппы: основные — пенициллин, левомицетин, тетрациклины, эритромицин и неомидин (этими антибиотиками начинают лечить до того, как будет установлена чувствительность микробов) и резервные — все остальные. Резервные антибиотики используют лишь по специальным показаниям при отсутствии эффекта от основных.

В 1959 году был разработан метод получения полусинтетических пенициллинов. Ученые сначала расщепили пенициллин с помощью фермента пенициллиназы на составные части, а затем, использовав одну из частей, а именно 6-аминопенициллановую кислоту, синтезировали новые антибиотики. Принцип получения полусинтетических антибиотиков приведен в таблице на странице 66.

Полусинтетические пенициллины — это крупный успех фармакологической химии. Посудите сами, вводя тот или иной радикал, можно по желанию менять свойства препаратов. Сейчас уже получены антибиотики, на которых микробная пенициллиназа (метициллин, оксациллин) не действует; антибиотики, которые в желудке не разрушаются, а потому их можно применять в

виде таблеток (фенетициллин); антибиотики, обладающие широким спектром действия (ампициллин). После появления полусинтетических пенициллинов время, необходимое для излечения больных легочными заболеваниями, сократилось вдвое. Пребывание детей в инфекционных клиниках — в полтора раза! Неудивительно, что по сравнению с 1965 годом левомицетин теперь назначается в 10 раз реже, а ампициллин в 15 раз чаще.

Еще в то время, когда пенициллин продолжал свое триумфальное шествие по миру, ученые начали искать достойную ему смену. Вскоре после войны в лаборатории Флори был изучен новый грибок цефалоспориум, который был выловлен в одной из сточных труб на острове Сардиния. Оказалось: грибок вырабатывает не один, а сразу семь антибиотиков. Один из них, под названием цефалоспориин «С», стал использоваться в клинике вместо пенициллина. Основное его достоинство заключалось в том, что он был еще менее ядовит (если так можно выразиться), чем пенициллин, действовал на тех же микробов, но его можно было применять для лечения больных с повышенной чувствительностью к пенициллину. Поскольку цефалоспориин очень похож на пенициллин, мы назвали его условно «внуком» первого антибиотика (см. таблицу).

Вслед за «внуком» появились и «правнуки». Ученые разложили цефалоспориин на составные части и из них уже синтетическим путем получили новые препараты — полусинтетические цефалоспорины. Во всем мире популярен антибиотик цеполин, который отличается очень высокой активностью и действует на стафилококков, утративших к пенициллину чувствительность. Один из новейших цефалоспоринов, цефамандол, обладает широким спектром действия.

Ценность антибиотиков как лекарств, очевидно, ни у кого не вызывает сомнения. Почти каждый взрослый человек испытал на себе их целебное действие. Кому они помогли выздороветь, а кому и спасти жизнь. Антибиотики совершенно изменили структуру заболеваемости — острозаразные болезни, гнойные заболевания, воспаление легких, еще совсем недавно косившие людей, теперь отодвинуты на задний план. Антибиотики преобразили хирургию, создав условия для выполнения сложных операций, позволили резко снизить детскую смертность. Они преобразовали животноводство, растениеводство, целые отрасли пищевой промышленности. Среднегодовой прирост объема потребления антибиотиков в развитых странах составляет 7—9 процентов, и пока тенденции к спаду не предвидятся.

...Люди разных профессий по-разному оценивают наше замечательное время. Нынешний век называют «полимерным», «атомным», «космическим», «веком бетона», «веком кибернетики». Но, с точки зрения врача, да и, пожалуй, всего человечества, наш век с полным правом можно назвать и «веком антибиотиков».

# ШАХМАТЫ

Владимир Ильич Ленин очень любил шахматы, которые он особо ценил за воспитательную роль. «Эту игру,— писал П. Н. Лепешинский, друг и соратник В. И. Ленина,— он так же страстно любил, как и Маркс. Она более всего соответствовала его психологии неугомонного борца...» Об отношении В. И. Ленина к шахматам, о том, какое место они занимали в его жизни, свидетельствуют воспоминания близких, друзей и соратников Владимира Ильича. Среди воспоминаний о В. И. Ленине, написанных его младшим братом Дмитрием Ильичом Ульяновым (1874—1943), есть очерк, который так и называется — «Шахматы». Этот очерк, который полностью публикуется ниже, впервые был напечатан в 1926 году в журнале «Прожектор».

Д. УЛЬЯНОВ.

Играть в шахматы Владимир Ильич начал лет восьми-девяти. Играл с отцом, который был первым его учителем, со старшим братом, Александром Ильичом, затем впоследствии с нами, меньшими,— сестрой Олей и со мной. Для меня он был учителем, и очень строгим, поэтому я больше любил играть с отцом, который снисходительно разрешал мне брать ходы обратно.

У Владимира Ильича было прекрасное правило, которого он сам всегда придерживался и строго требовал от своего партнера: обратно ходов ни в коем случае не брать, взялся за фигуру — ею и ходи. У любителей это правило очень часто нарушается, ходы берутся назад, положения перенгиваются. Этот скверный обычай страшно портит и игру и игрока. Вместо того чтобы, не касаясь фигур, продумывать тщательно различные комбинации, что и дает интерес игре, приучает точно рассчитывать за несколько ходов вперед, люди тыкают фигуры, не подумав, торопятся, придают игре нервность, азарт.

Помню как анекдот следующую случай на шахматном вечере в Самаре. Игра-

ли на нескольких досках, некоторые наблюдали за игрой. За одной из досок сидели двое толстяков, брали ходы назад, спорили, горячились, шумели. Один нечаянно подставил под бой свою королеву, другой в мгновение ока схватил ее и сжал в кулаке. Поднялся неообразимый шум и крик, оба вскочили из-за стола, и потерпевший старался отнять свою фигуру. При общем хохоте Владимир Ильич крикнул: «Спрячьте ее в карман!»

Он обыкновенно играл серьезно и не любил так называемых «легких» партий. Играя со слабейшими игроками, чтобы уравновесить силы, давал вперед ту или другую фигуру. Когда же партнер из самолюбия отказывался, Владимир Ильич обычно заявлял: «Какой же интерес для меня играть на равных силах, когда нет надобности думать, бороться, выкручиваться». Он даже предпочитал быть несколько слабее того, кому давал вперед. Когда без туры я стал выигрывать у него чаще и просил перейти на коня, он поставил условие: «Выиграй подряд три партии, тогда перейдем».

Обычно наблюдается обратное: больше нравится

выигрывать, хотя бы и без особых усилий и труда. Владимир Ильич смотрел иначе: у него главный интерес в шахматах состоял в упорной борьбе, чтобы сделать наилучший ход, в том, чтобы найти выход из трудного, иногда почти безнадежного положения; выигрыш или проигрыш сами по себе меньше интересовали его. Ему доставляли удовольствие хорошие ходы противника, а не слабые. Бывало, когда сделаешь в игре глупость и этим дашь ему легкий выигрыш, он говорил, смеясь: «Ну, это не я выиграл, а ты проиграл».

Пятнадцать лет Владимир Ильич стал обыгрывать отца. Помню, как Илья Николаевич (зимой 1885/86 года), войдя в столовую, сказал: «Володя, ты стал меня побивать в шахматы, тебе уже нужно познакомиться с NN и с ним играть» (помнится, некий Ильин, считавшийся лучшим игроком в Симбирске. У нас он не бывал).

Летом 1886 года Владимир Ильич много сражался в шахматы со старшим братом, Александром. Они объявили между собой матч. Каковы были условия матча и результаты его, я, к сожалению, не помню. Борьба была ожесточенная,



## ПРИРОДЫ РАКОВОЙ КЛЕТКИ

Доктор медицинских наук В. ДИЛЬМАН (г. Ленинград).

Одно из наиболее поразительных свойств рака заключается в том, что его развитие во многих случаях может быть предотвращено без того, чтобы была разгадана природа раковой клетки.

Раковые клетки в экспериментальных условиях можно пересаживать из одного организма в другой и тем поддерживать существование опухоли значительно более длительное время, чем способен жить организм, в котором возникли эти раковые клетки. Поэтому в наиболее общей форме можно сказать так: раковая клетка отличается от нормальной тем, что раковые изменения как бы превращают обычную телесную (соматическую) клетку с ограниченным временем жизни в потенциально бессмертную клетку, то есть превращают ее в организм без «внутренних» причин смерти, длительность жизни которого определяется состоянием среды обитания (подобно тому, как это бывает у некоторых видов простейших организмов). Следовательно, механизм ракового превращения — это прежде всего проблема клеточная.

Но что заставляет клетку вступать на путь злокачественного превращения, каков механизм этого превращения? В поиске ответа на этот вопрос уже достигнуты значительные успехи. Прежде всего определены многие факторы, которые могут вызывать развитие раковой опухоли: это и физические воздействия, например, ультрафиолетовые лучи, это и некоторые вирусы, это и избыток определенных гормонов, наконец, это и ряд химических веществ или, как их называют, канцерогенов (весьма наглядно их роль в развитии рака выявлена на примере курения; как оказалось, смертность от рака легкого среди курильщиков в десять раз выше, чем среди некурящих, если же выкуривается 25 и более сигарет в день, то наблюдается даже 20-кратное увеличение этого показателя).

Перечисленных факторов достаточно, чтобы увидеть, сколь мало между ними общего. Между тем все они стимулируют появление раковых клеток, обладающих одним общим свойством: потенциальным бессмертием. Поэтому вполне закономерен вывод, который был сделан некоторы-

ми учеными: различные по своей природе факторы — химические, лучевые, вирусные, гормональные — действуют в конечном итоге на один и тот же элемент нормальной клетки, превращая эту клетку в раковую. Следовательно, и путь к выяснению природы рака лежит через познание механизма нормальной регуляции роста клетки. Поиски этого механизма представляют сегодня один из наиболее волнующих разделов биологии клетки и биологии рака. И все же этими фундаментальными проблемами не исчерпывается тайна рака. Обратимся еще раз к химическим канцерогенам.

Как известно, частота заболевания раком значительно увеличивается с возрастом (если исключить из рассмотрения период детства, то почти в 100 раз возрастает число этих больных между 20 и 65 годами). Принято считать, что в этом нарастании прослеживается прямая связь с длительностью действия на человека разнообразных химических канцерогенов: чем выше суммарная доза канцерогена, полученная в течение какого-то отрезка времени организмом, тем выше вероятность заболевания. Однако, несмотря на подкупающую наглядность такого объяснения, оно во многом упрощает существо дела.

Вот результаты одного из современных экспериментов. В процессе селекции (отбора) были выведены так называемые раковые линии (породы) животных, в частности раковые линии мышей. К пятому месяцу жизни у 71% мышей одной из таких линий возникает рак молочной железы. Вместе с тем, когда пищевой рацион животных был искусственно ограничен с 16 до 10 калорий в день, то к этому же сроку ни у одной мыши опухоли не возникли. Однако это наблюдение отнюдь не уникально. Начиная с 40-х годов накапливаются факты, показывающие, что не только время действия канцерогенного агента, но и состояние организма определяет вероятность развития рака.

Но, может быть, все то, что получено в эксперименте, не имеет отношения к возникновению рака у человека? Нет, напротив, многочисленные статистические данные свидетельствуют: ожирение увеличивает вероятность возникновения всех видов опухолей у человека. Следовательно, если развитие рака зависит от длительности влияния канцерогенных факторов, то у тучных время течет быстрее.

Продолжение. Начало см. «Наука и жизнь» № 11 1979 г. и №№ 2 и 3 1980 г.

Чем это можно объяснить?

Я пытаюсь искать эти объяснения в пределах тех же закономерностей, которые определяют возрастное развитие атеросклероза и метаболической иммунодепрессии, вернее, даже тех законов, которым подчиняются развитие и рост организма.

Действительно, отвлекаясь от того, что именно способствует возникновению рака — вирус, химический канцероген или самопроизвольная ошибка в аппарате наследственности клетки — главным, обязательным условием развития рака является деление клетки. Это условие настолько существенно, что клетки, которые во взрослом организме утрачивают способность к делению, вообще не превращаются в раковые. С другой стороны, намеренно увеличив интенсивность деления клеток, можно вызвать возникновение опухолей. Приведу следующий эксперимент. Когда с пищей и водой в организм поступает мало йода, а он является составной частью гормона щитовидной железы, то концентрация этого гормона в крови снижается. Но тогда на основе механизма отрицательной обратной связи происходит усиление деятельности того отдела гипоталамо-гипофизной системы, который стимулирует функцию щитовидной железы. Под влиянием такой стимуляции клетки щитовидной железы усиленно делятся — так увеличивается «рабочая площадь» органа, и направлено это на восполнение недостатка гормона щитовидной железы. А так как йода для построения гормона все же не хватает (по условиям эксперимента его содержание в пище и в воде снижается), то равновесие (гомеостаз) не восстанавливается, и щитовидная железа пребывает в состоянии постоянной повышенной стимуляции, побуждающей ее клетки интенсивно делиться. В такой «перевозбужденной» железе возникают доброкачественные, а если избыточная стимуляция продолжается достаточно долго, то и злокачественные опухоли. Однако, если в стадии возникновения доброкачественных опухолей животным начинают вводить гормон щитовидной железы, равновесие в системе восстанавливается, и развитие рака предотвращается.

Этот опыт показывает, что, не зная ничего о природе рака, но изменяя одно из условий, способствующих его возникновению (в данном случае это деление клетки, точнее, усиление клеточного деления), можно противодействовать развитию опухоли.

Однако прежде чем рассмотреть, каким образом ожирение или старение могут создавать условия для интенсивного деления клеток или вносить в этот процесс «помехи» и «помехи», следует назвать второе условие, способствующее возникновению рака, — снижение активности противоопухолевого иммунитета.

Известный иммунолог Ф. Бэрнет выдвинул идею о существовании иммунологического надзора, который защищает орга-

низм от «чужих» клеток. С ним сталкиваются врачи при пересадке донорского сердца или почки, при лечении некоторых болезней. Но, конечно, подобная ситуация не встречается в естественных условиях, за исключением периода беременности, когда иммунологический надзор материнского организма может вызвать отторжение плода, так как в нем сочетаются и «свои» — материнские и «чужие» — отцовские антигены (см. «Наука и жизнь» № 3, 1980). Поэтому Ф. Бэрнет предположил, что действие иммунологического надзора направлено прежде всего против опухолевых клеток.

Действительно, имеется достаточно доводов в пользу того, что злокачественные клетки возникают в каждом организме постоянно. Но развитие этих клеток в опухоль происходит во много раз реже, чем можно было бы ожидать. Однако при врожденной недостаточности трансплантационного (или клеточного) иммунитета у детей или при токсическом влиянии на иммунитет некоторых веществ частота возникновения опухолей увеличивается во много раз по сравнению с обычной. Это говорит о том, что эффективность иммунологического надзора зависит от состояния клеточного иммунитета.

Между тем сейчас хорошо известно, что активность клеточного иммунитета снижается с возрастом, примерно в половину к 50 годам. Вполне возможно, что уже такого ослабления иммунологического надзора достаточно для того, чтобы вероятность возникновения опухоли между 20 и 65 годами жизни повысилась.

Чем обусловлено возрастное снижение активности клеточного иммунитета? В течение многих лет всем представлялось, что оно связано с какими-то необратимыми изменениями в самой иммунной системе, прежде всего с угасанием деятельности тимуса — железы, регулирующей клеточный иммунитет. Однако все оказалось не столь печально. Когда на основании представлений о метаболической иммунодепрессии мы нормализовали обмен веществ у людей в возрасте 50—60 лет, то улучшились, а в ряде случаев и восстановились показатели клеточного иммунитета. Об этом можно судить из приведенной здесь таблицы, в которой некоторые показатели обмена веществ и иммунитета у больных атеросклерозом до и после лечения сопоставлены с аналогичными показателями у 20-летних здоровых мужчин.

Как уже отмечалось в предыдущей беседе, одна из ведущих причин метаболической иммунодепрессии — накопление холестерина в тимус-зависимых лимфоцитах (Т-лимфоцитах). В этих условиях способность Т-лимфоцитов вступать в цикл деления в ответ на атаку чужих антигенов резко снижается. А когда количества Т-лимфоцитов при появлении «врагов» не увеличивается должным образом, то страдают многие, если не все, реакции клеточного иммунитета. Вместе с тем в нашей лаборатории И. Г. Ковалевой было показано, что стоит нормализовать состав внутренней среды, как снижается концентрация холесте-



стерина в лимфоцитах, соответственно улучшается и противораковый иммунитет.

Нарушения, вызывающие ослабление иммунитета и способствующие развитию атеросклероза, одновременно способствуют и усиленному делению соматических клеток — так сочетаются оба условия, ускоряющие развитие рака. (В этом нет ничего неожиданного, выходящего за пределы тех физиологических взаимоотношений, которые отчетливо прослеживаются на примере беременности, когда аналогичные обменные сдвиги вызывают и подавление трансплантационного иммунитета и обеспечивают быстрое увеличение клеточной массы плода — об этом речь шла в № 3 журнала.) Ведь как мы уже видели на примере щитовидной железы, вероятность развития рака в любой интенсивно делящейся клеточной системе повышается.

В самом деле, процесс деления должен быть снабжен энергией и строительным материалом. И то и другое обеспечивает ожирение или просто нормальное старение, когда в крови возрастает количество топлива — глюкозы и жирных кислот, а также инсулина, способствующего переходу из крови в клетки, во-первых, глюкозы (которая служит и как топливо и как полупродукт для синтеза структурных элементов клетки), а во-вторых, аминокислот — строительных «блоков» белков. Наконец, из жирных кислот синтезируется холестерин, в большом количестве используемый при постройке клеточных мембран двух дочерних клеток, появляющихся из каждой делящейся клетки.

Роль всех этих факторов доказана очень строго: в культуре ткани, то есть вне организма, клетки делятся, если в среде, помимо питательных веществ, есть инсулин (и другие инсулиноподобные вещества) и если обеспечено поступление из среды холестерина или он синтезируется в самой клетке.

Но еще раз подчеркнем. Одни и те же факторы — повышение в среде концентрации жирных кислот, холестерина и инсулина, с одной стороны, снижают клеточный иммунитет и активность макрофагов, тем самым угнетая систему иммунологического надзора за раковыми клетками, а с другой — способствуют делению соматических клеток, а значит, и возникновению рака. Получается, что те два условия, связанные с развитием рака, о которых говорилось выше, возникают одновременно. Так бывает, например, при ожирении.

Итак, одни и те же обменные сдвиги вызывают состояние, которое я обозначил новым словом — «канкрофилия» (в дословном переводе «любовь к раку»). Если обмен веществ нормализуется, то канкрофилия может исчезнуть. Именно поэтому, даже не зная еще истинного механизма превращения нормальной клетки в раковую, можно влиять на возникновение опухолей путем изменения обмена веществ в организме.

Явление раковой трансформации по многим признакам относится к разряду случайных. Действительно, в какой из мно-

гих миллионов клеток каждой ткани произойдет под влиянием вируса или канцерогена раковая трансформация, определить невозможно, так как вероятность этого явления крайне мала по сравнению с числом клеток в теле и огромностью «океана канцерогенов и вирусов», в котором в течение всей жизни обитает каждый человек. В то же время ожирение, или, точнее, обменные сдвиги, свойственные ожирению, закономерно возникают в процессе старения, увеличивают вероятность развития рака и тем, что ухудшают иммунологический надзор и тем, что усиливают деление клеток. Иными словами, ожирение и злокачественное перерождение клетки — это два независимых друг от друга и связанных между собою проявления необходимости и случайности в природе.

Естественно, что прежде всего мы сможем научиться вмешиваться в такой закономерный процесс, как механизм ожирения. Но, следуя к этой цели, нельзя не учитывать, что трудность проблемы не только в обуздании механизма ожирения, но и тех обменных сдвигов, которые, будучи присущи ожирению, возникают под влиянием других факторов. Например, стресс переводит организм на жировой путь обеспечения энергией, вызывая тем самым и вне ожирения состояние канкрофилии вследствие усиленного использования жира.

На природу ракового превращения (трансформации) клетки имеются различные взгляды, но, пожалуй, полнее всего описывает это явление вирусно-генетическая модель. Согласно этой модели, определенные вирусы, вызывающие саркому (или рак), соединяются (интегрируются) с генетическим материалом ядра клетки,

#### СОСТАВ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА И СОСТОЯНИЕ ИММУНИТЕТА

Показатели	До лечения	После лечения	Здоровые мужчины (возраст 20—29 лет)
Инсулин	69 ± 10	32 ± 12	19 ± 2
Холестерин крови (мг%)	301 ± 11	242 ± 12	186 ± 8,4
Триглицериды (мг%)	318 ± 25	191 ± 31	108 ± 9,9
Бета-липопротеины (Ед.)	0,803 ± 0,04	0,630 ± 0,06	0,372 ± 0,02
Свободные жирные кислоты (мкэкв/л)	674 ± 32,9	565 ± 47,2	452 ± 35
T-лимфоциты (%)	64 ± 2	73 ± 1	70 ± 1,4
Индекс усиления деления лимфоцитов (воздействие антигена)	9,7	104,1	168,2

ядерной ДНК. После этого сам вирус в клетке уже не может быть обнаружен: он стал частью генов клетки-хозяина. Изменение аппарата наследственности, произведенное вирусной ДНК, и придает клетке свойство злокачественности. Но так как размеры вирусной ДНК неизмеримо меньше ДНК клетки, то долгое время вообще не удавалось обнаружить «пропавший вирус», и только необычное «поведение» раковой клетки указывало, что произошло злокачественное превращение. Тем более таинственным оставался сам механизм злокачественного превращения, несмотря на многочисленные попытки решить эту загадку.

Отвлечемся пока и мы от этой проблемы и попытаемся составить по изменению поведения клетки представление о том, что произошло в генах, подобно тому как врач нередко судит об инфекционной болезни не по микробам, вызвавшим болезнь, а по особенностям температурной кривой больного организма.

Наиболее необычным в поведении раковой клетки является ее безудержная способность к воспроизведению (делению). Но размножение требует привлечения дополнительных энергетических и структурных материалов для построения новых (дочерних) клеток. Вспомним, как организовывается такое обеспечение на уровне организма у горбуши («Наука и жизнь» № 11, 1979, стр. 85) или млекопитающих («Наука и жизнь» № 2, 1980, стр. 65), и тогда яснее представится картина того, что происходит на уровне клетки.

И нормальная и раковая клетки потребляют в качестве топлива главным образом глюкозу. Известно, что глюкоза может энергетически использоваться или в цикле брожения, то есть давать энергию без участия кислорода, и тогда конечным продуктом цикла станет молочная кислота, или в цикле дыхания (с потреблением кислорода), в котором конечными продуктами являются углекислый газ и вода. Но при затрете одного и того же количества глюкозы выход энергии при брожении в 18 раз ниже, чем при дыхании. Так как на определенном этапе энергетического цикла глюкозы и при дыхании и при брожении используется один и тот же продукт, то возник механизм конкуренции между дыханием и брожением: дыхание тормозит брожение. Этим реализуется преимущество дыхания как энергетического процесса.

В процессе эволюции клетки, которые вначале получали энергию лишь за счет брожения, приобрели способность к дыханию — это резко увеличило их энергетическое обеспечение. Поэтому естественно было ожидать, что раковые клетки, которые особенно интенсивно используют энергию, обладают особенно интенсивным дыханием.

Однако еще в 30-е годы в классических исследованиях Отто Варбурга было обнаружено, что в раковых клетках, напротив, в 10—30 раз увеличена интенсивность брожения. Поэтому О. Варбург предположил, что «озлокачествление» вызывается повреждением митохондрий — аппарата ды-

хания клетки. Переход на древний, бескислородный способ энергетики, согласно Варбургу, приводит к автономному бесконтрольному существованию клетки, когда клетка ведет себя как самостоятельный организм, стремящийся к воспроизведению, подобно тому, как это свойственно дрожжам и микробам. Однако в дальнейшем было выяснено, что в раковых клетках наряду с интенсивным брожением осуществляется дыхание, то есть раковые клетки черпают энергию из двух обычно взаимоисключающих источников. Это подорвало основу раковой теории О. Варбурга.

Но разве оттого, что утратило значение данное О. Варбургом объяснение, поколеблено само явление 10—30-кратного накопления молочной кислоты раковыми клетками? Отнюдь нет. Сам этот факт свидетельствует предельно точно: раковые клетки поглощают из среды обитания в 10—30 раз больше глюкозы, чем нормальные. Возвратимся еще раз к аналогии между микроорганизмами и раковыми клетками. Микробы могут или интенсивно делиться, когда достаточно пищи в среде их обитания, или находиться в «дремлющем» состоянии покоя, когда пищи не хватает. Концентрация питательных веществ, и в частности глюкозы, в естественной среде обитания одноклеточных существ, например, водоемах, намного ниже, чем концентрация глюкозы в крови у высших организмов. Поэтому микробы и одноклеточные организмы обладают способностью легко улавливать глюкозу из среды. Для них основное условие размножения — достаточность питания. Создается вполне обоснованное впечатление, что само поступление питательных веществ, когда оно достигает определенного критического уровня, стимулирует деление микроорганизма: ведь размеры микроба жестко ограничены, и если пища поступает в клетку, то только процесс удвоения (размножения) на время освобождает одноклеточный организм от избытка поступающих в него энергетических (и структурных) веществ.

Совсем другая ситуация наблюдается у многоклеточных организмов, у которых одна клетка непосредственно прилегает к другой, образуя ткань. В такой упорядоченной системе непрерывное деление только бы нарушало структуру и деятельность ткани. Более того, у многоклеточных организмов содержание глюкозы в среде (крови и лимфе) намного выше, чем в естественной среде обитания одноклеточных организмов. Если последним, по существу, всегда угрожает голод, и поэтому они приспособлены к улавливанию минимальных количеств питательных веществ из среды обитания, то у клеток высших организмов всегда обеспечена «сладкая жизнь»: в 1 миллиметре крови всегда содержится 1 миллиграмм глюкозы.

Но если бы у высших организмов глюкоза беспрепятственно поступала внутрь клеток, то это «заставляло» бы их размножаться сверх меры, подобно тому, как размножаются микроорганизмы в обогащен-



ной питательной среде. Поэтому оболочка клетки у высших организмов является практически непроницаемой мембраной для глюкозы. Поступление глюкозы в такую клетку происходит благодаря действию специальных веществ, главным образом инсулина. В этом нельзя сомневаться: при поражении поджелудочной железы, когда снижается в крови содержание инсулина и возникает сахарный диабет, клетки начинают голодать, несмотря на значительное повышение в крови содержания глюкозы. Для многих тканей существуют дополнительные факторы роста, но все они обладают инсулиноподобной активностью, то есть обеспечивают поступление глюкозы внутрь клетки.

Теперь обратимся вновь к раковой клетке. Такая клетка обладает усиленной способностью к делению, и этому соответствует то, что она сбраживает в 10—30 раз больше глюкозы, чем нормальная. Замечено также, что раковая клетка продолжает делиться, даже если в 10 раз снижено содержание в среде инсулина и других факторов роста. Естественно возникает вопрос: чем обусловлена повышенная чувствительность раковой клетки к инсулину и родственным ему факторам?

Значение этого вопроса возросло в самое последнее время, когда рядом ученых было установлено, что превращение нормальной клетки в злокачественную вызывается лишь одним из нескольких вирусных генов, соединившихся с генами ядра клетки. Известно, что один ген может обеспечить производство одного белка. Следовательно, действие одного лишь белка изменяет поведение клетки от нормального к злокачественному. Этот белок уже выделен из опухоли и обозначен как р 60 (по молекулярному весу 60 000). По функции он оказался протеинфосфокиназой — ферментом, способным присоединить фосфатную группу к различным белкам, то есть фосфорилировать белки. Что же должен сделать этот фермент, чтобы клетка стала вести себя как злокачественная и, в частности, встала бы на путь непрерывного деления?

Совместно с М. В. Благосклонным мы предложили следующую модель, объясняющую поведение раковой клетки. Мы предположили, что р 60 (или другой родственный ему белок) повышает чувствительность клетки к действию инсулина и инсулиноподобных факторов. Благодаря этому поток глюкозы в клетку увеличивается подобно тому, как это происходит у микробов в среде, обогащенной глюкозой. Одновременно р 60 путем фосфорилирования усиливает активность двух ферментов (гексокиназы и фосфокиназы), которые контролируют распад глюкозы на общем участке брожения и дыхания. Но так как р 60 не влияет на цикл дыхания (окисления) глюкозы, то неизбежно усиливается лишь цикл брожения. Это приводит к накоплению молочной кислоты — конечного продукта брожения (эффект Варбурга). Следовательно, эффект Варбурга не имеет прямого отношения к злокачественному перерождению клетки. Он присущ всем

быстро делящимся клеткам (например, клеткам крови), так как деление и интенсивность поглощения глюкозы взаимосвязаны. В частности, усиление потока глюкозы снижает в клетке концентрацию особого вещества — циклического АМФ, что приводит в действие механизм клеточного деления.

Прежде всего снижение уровня циклического АМФ усиливает синтез холестерина. В этой связи надо подчеркнуть очень важное обстоятельство. Конечно, деление клетки должно обеспечивать передачу наследственности, заключенной в генах ядра. Однако вступает ли ядро в процесс деления или нет, определяется поступлением в клетку глюкозы (как энергетического материала) и степенью обеспеченности холестерином (как каркаса клеточной мембраны). Если, например, у лимфоцитов, которые встретились с врагом-антигеном, затормозить синтез холестерина, то не включается механизм удвоения ДНК и клетка не вступает в процесс деления. К удивлению многих, поведение клетки, то есть ее готовность к размножению, определяется не ядром, а клеточной мембраной! Но, если следовать здравому смыслу, разве «разумно» было бы начать процесс деления, не обеспечив себе ограду из клеточной мембраны. Кроме того, сейчас выяснено, что один из промежуточных продуктов синтеза холестерина — мевалоновая кислота — непосредственно стимулирует механизм синтеза ДНК в ядре, подготавливая ядро к передаче генетического материала.

Теперь подведем итоги. Вирус, вызывающий рак, вносит в ядро клетки ген, определяющий высокую продукцию специального (трансформирующего) белка. (Производство клеткой этого белка может, вероятно, увеличиться и под влиянием других, невирусных, факторов, так как сейчас обнаружено присутствие аналогичного гена в нормальных клетках у всех животных: от птиц до высших млекопитающих. В нормальной клетке этот ген, однако, малоактивен, и возможно, что химические канцерогены вызывают рак путем активизации этого гена.)

Под влиянием трансформирующего белка возникает непрерывное поступление глюкозы (и аминокислот) в клетку. Это порождает каскадный сигнал, вызывающий в конечном итоге непрерывное деление клетки. Поэтому, когда в экспериментальных условиях нормализуют использование глюкозы, то исчезают и все другие признаки злокачественной клетки. Иными словами, когда под влиянием специального белка усиливается поступление глюкозы в клетку, раковая клетка начинает вести себя как одноклеточный организм, который «ест и делится», тем проявляя свою способность к потенциальному бессмертию.

В этой связи нельзя не обратить внимания на два поразительно близких явления, одно из которых как бы обнаруживает себя «снаружи» клетки, а другое «изнутри». В первом случае речь идет о возрастном повышении в крови инсулина в процессе нормального старения, или, что одно и то

На земном шаре существуют естественные хранилища, где накапливается информация о состоянии атмосферы в далеком прошлом. Речь идет о снегах и ледниках Гренландии, Арктики и Антарктиды. Из года в год на этих ледниковых материках накапливаются осадки, вместе с которыми на поверхность выпадают и мельчайшие аэрозольные частички, плавающие в атмосфере: пылинки, попавшая на ледник, надежно хранится в замороженном состоянии тысячелетиями.

Современные методы анализа позволяют очень точно установить содержание различных химических элементов даже в тех микроскопических количествах вещества (то есть атмосферной пыли), если его выпотить из снега. Исследователи льдов Гренландии пришли к выводу, что концентрация в атмосфере таких элементов, как свинец и цинк, за последние годы постепенно увеличивается — этот процесс идет с начала века. Есть и другие данные о том, что в районе Южного полюса за последние десятилетия слегка повысилось содержание свинца, меди, серебра. Поэтому некоторые ученые высказывают мнение, что для указанных металлов заметно глобальное влияние человека на геохимический круговорот элементов.

Однако существуют и крайне противоположные выводы — загрязнение ледового покрова Антарктиды и Гренландии медью, цинком и другими элементами в настоящее время практически неотличимо от уровня восемнадцатого века.

Во время XV Советской антарктической экспедиции на станции Восток во льдах была пробурена скважина глубиной в 500 метров. Расчет показал, что каждый метр снежного покрова соответствует накоплению осадков за 40 лет. Иными словами, керн скважины отражает историю осадков за последние 20 000 лет. Районы Центральной Антарктиды имеют преимущество перед другими естественными «холодильниками»: кроме того, что они удалены от промышленной деятельности человека, они расположены на высоте 3—4 километров над уровнем моря, поэтому сюда затруднен доступ частиц с побережья. Это важно, так как концентрация химических элементов в аэрозолях существенно зависит от «вклада» морских солей.

Анализ кернов из скважины показал, что за последние 20 000 лет содержание минеральных веществ во льдах в разные годы меняется примерно в десять раз. Концентрация пылевых частиц, а следовательно, и содержание химических элементов за последние годы превышает средний уровень. Но самое интересное то, что это превышение началось еще 5000 лет тому назад.

**А. МИКЛИШАНСКИЙ, Ю. ЯКОВЛЕВ, Б. САВЕЛЬЕВ, А. ЗУЕВ.** Содержание и химический состав минеральной фазы в кернах ледникового покрова центральных районов Антарктиды. «Геохимия» № 2, 1980.

же, при наличии ожирения. Кроме того, в нашей лаборатории И. А. Васильева показала, что концентрация в крови одного из инсулиноподобных факторов, контролирующих рост — соматомедина, — увеличивается также при возрастном ожирении. Все инсулиноподобные факторы действуют «снаружи» клеточной мембраны. Следовательно, они не могут превратить нормальную клетку в раковую. Но они могут временно придать нормальной клетке свойства, присущие раковой клетке. Одно из таких свойств — повышенная склонность к делению, что увеличивает вероятность поражения клетки вирусом или канцерогеном. В этом свете становится объяснимым, почему рациональное ограничение избытка пищи уменьшает частоту возникновения рака. Улучшая обмен, можно также снизить частоту возникновения рака.

Однако создаются эти условия только факторами, действующими «изнутри» клетки. Наконец, сама опухоль действует на организм таким образом, что в нем происходят нарушения обмена веществ, и в частности увеличивается в крови содержание жира (триглицеридов), глюкозы и инсули-

на (М. Н. Остроумова, Е. В. Цырлина, Ю. Ф. Бобров).

Более того, в лимфоцитах из крови здоровых лиц с увеличением синтеза собственного холестерина прекращается поступление холестерина из среды обитания, то есть сохраняется холестериновый гомеостаз. Однако в нашей лаборатории было показано (данные С. Ю. Раевского и А. Г. Голубева), что лимфоциты, выделенные из крови больных раком, приступая к делению под влиянием врага-антигена, не только усиливают собственный синтез холестерина, но и продолжают получать его из окружающей среды. Так, вследствие обменных нарушений еще более снижается противоопухолевый иммунитет (Т. Е. Порошина).

Вот почему одним из реальных способов, с помощью которого можно затормозить возрастное увеличение частоты рака, даже не познав еще до конца его природы, является нормализация изменений, происходящих с возрастом в организме. Поэтому в следующей беседе речь будет идти о самой универсальной болезни — старении.



монтажа 35-миллиметровых обычных и широкоэкранных кинофильмов.

Оптическая система стола позволяет просматривать отснятый материал на настольном экране в незатемненном помещении. Одновременно с просмотром монтажер может прослушивать магнитные и оптические фонограммы.

Электронный счетчик регистрирует время прохождения кинолент и измеряет их длину в метрах, кадрах и футах.

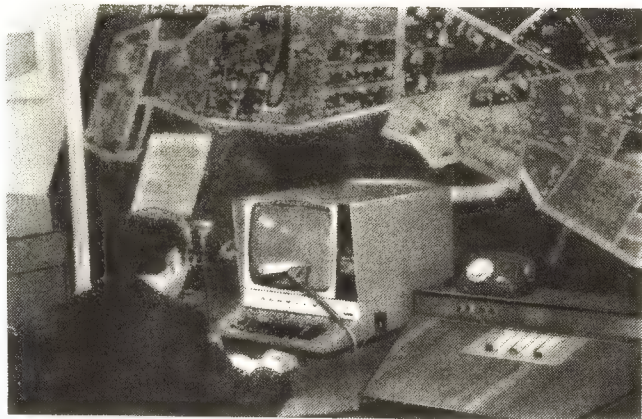
Стол имеет шесть дисков наматывателей, емкость каждого — 300 метров пленки. Специальное устройство позволяет перематывать несколько кинолент одновременно на один любой диск.

### КОНСЕРВАНТ ДЛЯ НАПИТКОВ

Известно, что в живых растениях вырабатываются сильные бактерицидные вещества (например, фитонциды — в луке). Одно из таких веществ — плюмбогин — может, судя по экспериментам, служить отличным консервантом для соков и других безалкогольных напитков. Но применение плюмбогина в пищевой промышленности сдерживалось отсутствием экономически оправданного способа получения этого вещества в необходимом количестве. Недавно группа ученых Никитского ботанического сада нашла такой способ и разработала методику выработки чистого кристаллического консерванта высокой активности из широко распространенных видов растений.

### СВЕТ ДЛЯ ОВОЩЕЙ

В Агрохимическом научно-исследовательском институте создана оригинальная светостановка для ускоренного выращивания рассады и овощей. Мощные светильники охлаждаются дистиллированной водой (в замкнутом контуре). Масса установки с полезной площадью 4 квадратных метра — 300 килограммов.



### АСУ В РАЙОННОМ ЖИЛИЩНОМ УПРАВЛЕНИИ

В Бауманском районе Москвы действует автоматическая система управления работами по ремонту жилого фонда. Конструкторам системы — Ю. Гольцману, Е. Ермакову, В. Комарову и В. Пронину — удалось оптимально решить задачу по автоматизации процессов сбора и необходимой обработки всей информации, связанной с техническим обслуживанием и ремонтом жилых зданий района.

Благодаря АСУ средства, выделяемые на текущий и капитальный ремонты, стали использоваться рационально и с большим, чем обычно, эффектом.

Весной нынешнего года АСУ Бауманского района столицы экспонировалась на ВДНХ СССР. На снимке — диспетчерский пульт АСУ с дисплеем и объемной мнемосхемой Бауманского рай-

она. По цветным лампочкам, загорающим на схеме, можно наглядно представлять местоположение дома, в котором возникли неполадки, и где работают ремонтные бригады.

### АНЕСТЕТИК — ЭЛЕКТРОТОК

В Куйбышевском авиационном институте имени академика С. П. Королева создан электрический прибор, который, воздействуя электроимпульсами определенной силы на соответствующие нервные пути, снимает послеоперационные боли, боли травматического характера и позволяет обезболить роды. Высокая эффективность и полная безопасность аппарата подтверждены опытом.

Прибор называется «ЭЛИМАН-202». Его применяют врачи в Куйбышевском медицинском институте имени Д. И. Ульянова.



В 1924 году в Ленинграде случилось наводнение. Затоплен был и vivарий Института экспериментальной медицины. Находившихся в нем собак пришлось спасать на лодках. Панический страх перед наступающей водой «выбил» из них все рефлексы, все навыки, которым их долго и старательно обучали. Прошло несколько месяцев, и рефлексы восстановились. Но достаточно было появиться в лаборатории луже, просочившейся из-под закрытой двери, и у животных вновь наступил нервный срыв.

Память и эмоции — они тесно переплетены. Впервые, видимо, обратил на это внимание выдающийся русский психиатр Сергей Сергеевич Корсаков. В 1890 году в книге «Болезненные расстройства памяти и их диагностика» он писал: «Есть люди, у которых вообще память развита недурно, но память душевного чувства слаба: они плохо помнят те эмоции, которые переживали, удовольствия, которые им доставляли, вследствие этого с представлениями людей у них не сохраняются воспоминания о пережитых вместе с этими людьми чувствах. А так как эти воспоминания составляют

Доктор химических наук Ю. ЧИРКОВ.

## БЛОНСКИЙ ПРОТИВ ФРЕЙДА

Однажды известный советский психолог Павел Петрович Блонский, прийдя в институт, где он преподавал, предложил студентам описать любое (первое, что придет в голову) случившееся с ними до учебы в институте событие. Блонский получил в общей сложности 224 таких сочинения. Вышло то, что он и ожидал: почти каждый студент писал об эпизодах, окрашенных сильными эмоциями.

Такова роль чувств в нашей памяти. Память, словно решето, пропускающая ничем не примечательные дни, все монотонное и однообразное, оставляет лишь яркие вехи.

Но вот более сложная проблема: какие эмоции больше влияют на память — положительные или же отрицательные? Что мы помним дольше — доброе или злое?

Заметим, что этот ученый спор имеет интерес не только теоретический. Скажем, в педагогике методы поощрения и наказания применяют давно. Но что сильнее подстегивает память?

Фрейд утверждал: более прочно оседают в голове события, связанные с приятными эмоциями. Способность людей забывать неприятное — это-де полезное приспособление, направленное на охрану организма от болезненных переживаний.

Фрейду возражал Блонский, доказывая обратное. Лучше запоминается неприятное, полагал он, в эволюции живых существ именно это свойство помогало приспособиться к окружающей обстановке. Применяя количественные методы, Блонский, казалось бы, убедительно опроверг развитую Фрейдом теорию «вытеснения» неприятностей. Но — мы увидимся в этом позднее — то была лишь полуправда.

Видов памяти много — произвольная, моторная, слуховая, словесно-логическая...

Но только в Пущине я отчетливо осознал, что существует еще и память эмоциональная. Ведущий специалист в этой нелегкой научной теме — Е. А. Громова. В начале 1980 года в издательстве «Наука» вышла ее монография «Эмоциональная память и ее механизмы».

— Кто же прав: Фрейд или Блонский? — спрашиваю я у нее. — И есть ли возможность поставить точку в этой затянувшейся дискуссии?

— Думая словами тут не объяснить, — говорит Елена Анатольевна. — Вначале уточним само понятие «эмоциональная память». Мозг человека не фотоаппарат, бездумно фиксирующий все, что попадает в поле его зрения. «Снимки» нашей памяти очень субъективны, они как бы сняты под диктовку, и роль эмоций здесь не последняя. Можно долго классифицировать эмоции, но самое простое — разбить их на положительные и отрицательные. Ведь все люди, независимо от своего возраста, пола, национальности и воспитания, улыбкой выражают радость, слезами — горе...

А теперь, — продолжает Громова, — экспериментальный факт. Если кошку или собаку подвергнуть во время еды болевому раздражению (обычно удар током — отрицательный стимул), то они не подойдут к кормушке не только в этот день, но и через несколько недель... Грубо говоря, это и есть пример эмоциональной памяти.

Эта память очень прочная; в клиниках при восстановлении памяти в первую очередь вспоминаются эмоционально значимые события, они же последними утрачиваются. Еще одно замечательное свойство: формирование эмоциональной памяти происходит обычно, как мы говорим, с первого «предъявления» — не требуется никакой «зубрежки». Ребенок, однажды обжегшийся на огне, запомнит этот опыт практически на всю жизнь.

И еще одна любопытная особенность. Для большинства людей воспроизведение



# ХОРОВОДЕ ЭМОЦИЙ

основания наших симпатий и антипатий к людям, то из этого недостатка памяти вытекает ненормальное отношение к людям...»

Эмоции выступают в качестве своего рода аппарата быстрой оценки воздействий окружающей среды, считал советский академик Петр Кузьмич Анохин, оценивая преимущественно со знаком плюс или минус, полезности или вредности.

Этот мощный «фильтр» не может не влиять на память. Не тут ли скрыты еще не учтенные наукой резервы нашего мозга! В изучении столь сложной и комплексной проблемы сошлись психология, физиология, биохимия и масса других наук.

Биологический центр Академии наук СССР в Пушкине — молодой город ученых, расположенный под Серпуховом, на высоком берегу Оки. Цепочка из стоящих рядом шести биологических институтов и специального конструкторского бюро.

Мы в Институте биологической физики, в одном из его подразделений — в Отделе проблем памяти. Его возглавляет профессор, доктор биологических наук, заслуженный деятель науки РСФСР Елена Анатольевна ГРОМОВА. Но прежде чем мы начнем беседу с ней, полезно вспомнить один старый научный спор.

пережитого эмоционального состояния — задача довольно трудная. Французский психолог Т. Рибо делил людей на три категории. Первые не в состоянии повторить угасшую эмоцию. Вспоминая, они отделяются общими словами: «было больно», «чудесно»... Другие способны пережить эмоцию вторично, но в очень слабой степени — это самый распространенный тип людей. А вот третьи вызывают в себе прежнее чувство без труда. Это натуры артистические, наделенные богатым воображением, — музыканты, художники, артисты, писатели. (Заметим в скобках, что это свойство, видимо, еще и результат частой тренировки подобных процессов.) Флобер, как известно, приговора к смерти свою героиню Эмму Бовари, признавался потом, что ощущал во рту вкус яда. Тургенев рыдал над умирающим в его романе Базаровым.

Четвертая черта эмоциональной памяти — произвольность запоминания и воспроизведения информации. Процесс часто идет на неосознанном уровне (с этим, кстати, свойством связана попытка конструирования особых устройств — «детекторов лжи»).

Произвольное воспроизведение эмоциональной памяти для большинства людей затруднительно. Однако произвольное ее извлечение происходит постоянно у всех, оказывая большое влияние на наше поведение, настроение, поступки, взаимоотношения.

С эмоциональной памятью связаны и различные патологические явления. Иногда только благодаря глубокому психологическому анализу воспоминаний детства удается понять, почему тот или иной человек панически боится высоты, огня, темноты, некоторых животных, ножей или каких-либо других предметов. Эмоциональная память влияет и на созревание характера. Жестокое наказание в детстве может сделать человека боязливым, а постоянная память о пережитом несчастье — меланхоличным.

Известно, какой глубокий отпечаток оставляет воспоминание о боли у людей, перенесших инфаркт, иногда в корне меняя их характер. Вообще страх перед болью, память о ней хранится очень долго (за исключением родовых болей). Шотландский стоматолог Д. Трейнер опросил 2500 пациентов и выяснил, что половина из них предпочитает удалять больные зубы, а не лечить их с применением бормашины, — страх перед ней у этих людей возник еще в раннем возрасте.

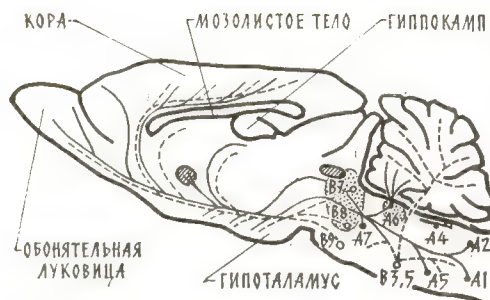
Не в памяти ли чувства кроется происхождение так называемого «вкуса» (вчерашний школьник, скажем, по чисто вкусовым мотивам почему-то избирает профессию авиаконструктора, а не конструктора корабля) и происхождение многих странностей, так интригующих окружающих, причудливых пристрастий и отвращений?

К патологии, обусловленной эмоциональной памятью, можно отнести и боязнь выступить перед аудиторией: школьник страшно покраснеет, отвечая урок, начинающий актер — забыть слова роли. Большое терпение и настойчивость требуются от учителей и режиссеров, чтобы искоренить подобные состояния.

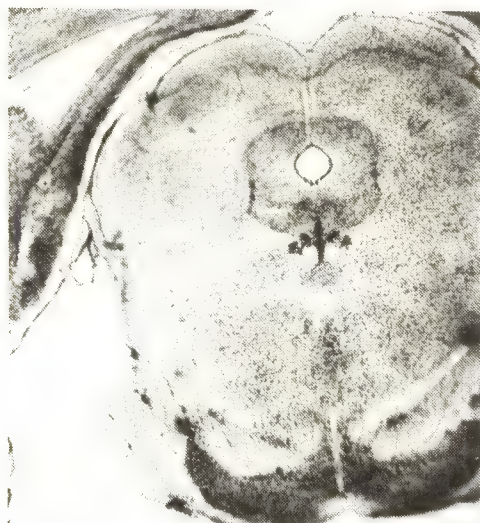
Как видите, заканчивает свой рассказ Громова, детальное изучение эмоциональной памяти имеет большое практическое значение. Что же касается спора Блонского с Фрейдом, то причин для путаницы в этом вопросе немало, упомянем главные.

Прежде всего опыты по воспроизведению эмоциональной памяти трудно сделать «чистыми». В жизни большинство людей предпочитает, естественно, вызывать в себе приятные воспоминания. И это (оживление соответствующих следов памяти) способствует их упрочению.

Второе соображение. Прежде память и эмоции в основном изучались раздельно. И наконец, хл. еская, так сказать, материальная, подоплека дела начала проявляться лишь в последние 10—15 лет...



На схеме — продольный разрез головного мозга крысы с распределением серотонинергических (пунктир) и норадренергических (сплошная линия) нейронов и путей, идущих от них к различным областям мозга. А — ядра, синтезирующие норадреналин, В — ядра, синтезирующие серотонин. Идущие от А6 и В7—В8 аксоны достигают коры мозга и связаны с процессом обучения.



Микрофотография поперечного среза ствола мозга крысы, сделанного на уровне ядер, синтезирующих серотонин (В7 — в форме летящей птицы и В8 — слабопроглядывающее пятно немного ниже).

### АМИНЫ — «ДОБРЫЕ» И «СЕРДИТЫЕ»

Большая светлая комната с лабораторными столами, на них экспериментальные установки и приборы. Рядом клетки с белыми крысами, блестящие глазки которых удивленно разглядывают тебя.

— Познакомьтесь — это тоже наши «сотрудники». Им отведена главная роль в предстоящем эксперименте, — говорит Татьяна Павловна Семенова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории нейромедиаторных систем. Той лаборатории в Отделе памяти, где изучают химизм, лежащий в основе эмоциональной памяти.

Мы уже привыкли к мысли, что деятельность нашего мозга тесно связана с электрическими явлениями. Электрические сигналы-импульсы замысловатыми путями (правда, со сравнительно небольшими скоростями, примерно десятки метров в секунду) мчатся из одной зоны мозга в другую, разветвляются, циркулируют там. Но, оказывается, кроме электрических явлений, большую роль в мозге играют процессы химические. Химические цеха мозга вырабатывают особые биологически активные вещества, стимулирующие или же угнетающие его деятельность.

Такие биогенные амины, как дофамин, норадреналин, адреналин, серотонин, гистамин, и другие относятся к моноаминам — они содержат в своей молекуле одну аминогруппу, это и определяет их название, как и название тех систем мозга, которые синтезируют эти вещества — моноаминергические системы мозга (МА).

Несмотря на то, что роль биогенных аминов в жизнедеятельности животных и человека была известна давно, представление о существовании в центральной нервной системе специальных структур, обеспечивающих их синтез, возникло лишь в шестидесятых годах нашего столетия.

Первые основополагающие исследования МА-систем мозга были проведены шведами Дальштрем и Фуксом. Они подробно описали местонахождение в головном мозге животных (крыс, мышей, морских свинок, кроликов и кошек) ядер, содержащих МА-нейроны, и предложили их классификацию.

Эти скопления нервных клеток, расположенных в основном в среднем и продолговатом мозге, отчетливо различаются на тонких микросрезах мозга животных. Обработанные в парах формальдегида, эти клетки начинают флюоресцировать яркими красками. Хотя все биогенные амины высокоактивны и участвуют в передаче возбуждения от одних нейронов к другим, для нашего рассказа особенно важны норадреналин (он характеризуется зеленой флюоресценцией) и серотонин (желтая флюоресценция).

От центров, где синтезируются эти нейромедиаторы, во все стороны (мне показали в лаборатории схему структур головного мозга крысы), словно сеть трубопроводов, тянутся длинные отростки нейронов — аксоны, несущие в кору, передний мозг нейроморфоны.

В механизме эмоций и серотонин и норадреналин играют большую роль. И подтверждает это следующий опыт: если разрушить центры, вырабатывающие серотонин, то животное становится агрессивным. Буквально на глазах крысы, до тех пор равнодушно переносящие присутствие мышей, становятся их убийцами.

В ходе многочисленных исследований у ученых возникла гипотеза, что серотонин и норадреналин и есть тот мостик, который соединяет эмоции с обучением и памятью. Но как это доказать? Ведь, скажем, тот же серотонин выполняет в организме многие функции: обеспечивает терморегуляцию,



связан с деятельностью сердечно-сосудистой системы, некоторых желез внутренней секреции, с медленноволновой фазой сна, он же обуславливает зимнюю спячку зверей — медведей, сусликов...

Необходимо было очень четко сформулировать вопросы и получить на них в экспериментах не менее четкие ответы. Это и сделали сотрудники лаборатории нейромедиаторных систем.

Семенова показывает мне специально сконструированную ею удобную для изучения эмоциональной памяти крыс камеру. Внутри две полочки — слева и справа. Крыса, которую вводят в камеру, должна постепенно уразуметь и запомнить, что экспериментатор кладет пищу то направо, то налево, поэтому бесполезно второй раз подряд идти к той же полочке.

Пока все обычно: вырабатывается вполне определенный условный рефлекс, сопровождаемый положительными эмоциями — пища! При желании можно организовать и отрицательные эмоции. Через металлические стержни пола камеры пропускается слабый электрический ток. Спасаясь от него, крыса, если она успешно прошла обучение, вскакивает на те же полочки.

Курс «натаскивания» крысы подошел к концу: она затвердила урок. Умело и быстро находит пищу, избегает удара током. И в опытах, как выразился бы физиолог, с положительным подкреплением (пища) и с отрицательным (ток) животное демонстрирует превосходную память. И вроде бы между этими экспериментами нет никакой разницы. Однако это не так.

Оказывается, если «выключить» в мозгу крысы центры, вырабатывающие либо серотонин, либо норадреналин (в мозг животных вводятся вещества, практически полностью блокирующие синтез нужного амина; того же можно добиться, разрушив структуры мозга, поставляющие соответствующие амины), то способность животных к обучению резко меняется.

Происходит удивительное. Если исключен серотонин, то у крыс совсем не вырабатывается рефлекс на пищу, то есть на положительное подкрепление (хотя отрицательные стимулы по-прежнему действуют!). Когда же выключен норадреналин, то крысы никак не могли научиться избегать ударов током.

Так было установлено: обучение и память у животных тесно связаны с уровнем в клетках мозга биогенных моноаминов — серотонина и норадреналина. Оказывается, «добрый» серотонин улучшает память на положительные эмоции, а «сердитый» норадреналин — на отрицательные, связывая эмоции с памятью.

Это замечательное достижение советских ученых позволяет иными глазами взглянуть на старую тяжбу Блонского с Фрейдом. В какой-то мере эта дискуссия становится бессмысленной. В самом деле, имеющиеся литературные данные и результаты исследований сотрудников Громовой (она также возглавляет лабораторию нейромедиаторных систем) в Пушкине дают полное основание считать: моноаминер-

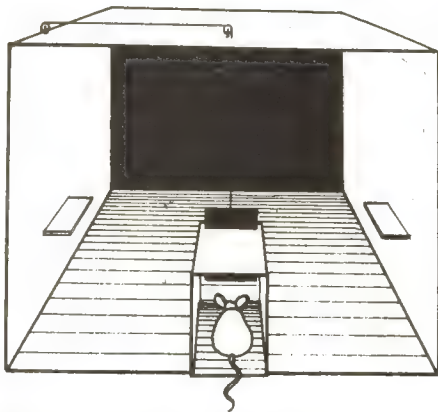
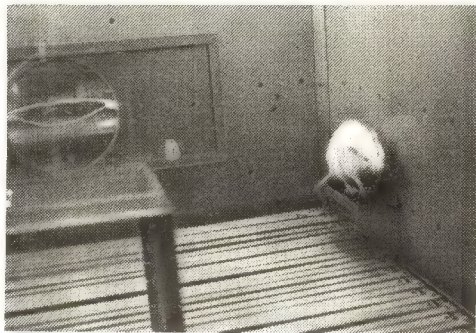


Рисунок экспериментальной камеры для обучения животных с помощью эмоционально положительных и отрицательных подкреплений.



Крыса научилась правильно выбирать полочку, на которой ее ждет пища.

Чтобы избежать удара электрическим током (эмоционально отрицательное подкрепление), крыса взбирается на полочку.



гические системы мозга играют важную роль в формировании психофизиологических основ личности человека, особенно — его эмоциональной реактивности, па-

мяти и других способностей. С этих позиций становятся понятными корни забывчивости или наоборот — способность хранить в памяти преимущественно эмоционально положительные впечатления, составляющие сущность альтруизма.

Естественно, злопыхатели вряд ли будут держать в памяти добрые дела и поступки, а альтруисты скорее всего должны быстро забывать злое и недоброе.

## ХУДОЖНИКИ И ДЕЯТЕЛИ

В известной сатире Свифта Гулливеру, посетившему академию в Лагадо, показали удивительный способ обучения: школьникам скормливали специально изготовленные тетради с теоремами. (Гулливеру объяснили: метод неэффективен только потому, что мальчишки ухитряются выплевывать «препараты»...)

В каждой шутке — доля истины. Человек не оставляет мысль найти действенные средства улучшения памяти, ведь к ней предъявляются все более высокие требования. Полагают, что уже в недалеком будущем каждому придется в течение жизни 4—5 раз менять профессию: столь стремительно будут трансформироваться производственные процессы. Так что учиться придется всю жизнь! Но обратимся к сегодняшнему дню, к науке, здесь уже недостаточно держать в голове только то, что непосредственно связано с твоей узкой (а лавина данных все растет!) специальностью. Новейшая наука требует широкой ориентации в других, казалось бы, далеких областях знания.

Как найти те неуповимые на первый взгляд психологические и иные факторы, которые помогли бы ускорить закрепление учебных навыков, активизировали бы процессы памяти, интеллектуальной деятельности человека, вообще подняли бы человеческую личность на более высокую ступень?

А искусственный мозг? Нынешние ЭВМ емки и компактны. Однако и сейчас в кубическом сантиметре наиболее совершенных машин умещаются лишь тысячи элементов, а в мозге человека в небольшом объеме «упаковано» около 14 миллиардов нервных клеток. У природы есть чему поучиться! В этом еще раз убеждаешься, когда знакомишься с такими явлениями, как, например, феномен эмоциональной памяти.

Яркая иллюстрация использования эмоций для активизации памяти — суггестопедия, то есть система ускоренного обучения, разработанная болгарским ученым Г. Лозановым и его последователями, когда за один сеанс можно запомнить до 1000 иностранных слов! Как такое возможно? Ответ дают исследования ученых из Пуцна.

Что такое зубрежка? Это — многократное повторение каких-то фактов, пока они окончательно не утвердятся в памяти. Но, как оказалось, того же можно добиться эмоциональным, а точнее «химическим» путем: повышение содержания серотонина или норадреналина в мозге при обучении

сопровождается, как показали сотрудники Громовой, циклическими изменениями возбудимости мозга. Периодическая циркуляция сигналов по одним и тем же нейронным системам, участвующим в восприятии данного раздражения, и становится эквивалентом зубрежки. Только зубрежка — дело долгое и нудное, а память, подкрепленная эмоциями, срабатывает практически мгновенно!

Конечно, во всех этих сложных и деликатных вопросах окончательные итоги подводить рано, но в экспериментах, ведущихся в лаборатории нейромедиаторных систем (а мы рассказали лишь о некоторых из них), с несомненностью прослеживается тесная связь памяти с эмоциями и их биохимическими носителями — аминами: серотонином и норадреналином.

Исследования эти показывают: успешность обучения зависит от знака эмоции — кого-то надо погладить по головке, кого-то публично отчитать. Важно и сформулированное учеными положение о необходимости для успешного процесса обучения оптимального уровня эмоционального напряжения. Тут вредны или же неэффективны как слишком сильные, так и очень слабые эмоции. Зато золотая середина (оптимум) благотворна для памяти.

Сотрудники Громовой провели наблюдения на спортсменах высшей спортивной квалификации — стрелках из лука, у которых обследовалась кратковременная зрительная и слуховая память во время тренировочных сборов, отдыха и в период ответственных международных соревнований. (Исследования на спортсменах имеют свои преимущества: одинаковые условия режимов труда, отдыха и питания, а также возможность сопоставить результаты психофизиологических обследований с данными медицинскими и биохимическими у тех же испытуемых.)

Особого внимания заслуживает в этих исследованиях оригинальный метод изучения объема зрительной памяти у людей, разработанный сотрудником лаборатории нейромедиаторных систем М. Б. Зыковым. Испытуемому предъявляется для запоминания карта, состоящая из 16 квадратов (8 из них черные, 8 — светлые), различное расположение которых на карте образует геометрические рисунки разной сложности. Испытуемому дается определенное время для запоминания, а затем на пустом бланке, состоящем из 16 светлых квадратов, предлагается воспроизвести рисунок.

И вот результаты подобных обследований. Наилучшую память спортсмены продемонстрировали во время международных состязаний. Параллельно обследовалось содержание в их организме норадреналина. Оно во время соревнований было значительно выше, что и подтвердило: спортсмены не только в отличной спортивной форме, но и их эмоциональное напряжение также оптимально!

Добытые трудами ученых данные подобного рода имеют перспективу применения в практике. Уже есть немало профессий, требующих длительного поддержания вы-



сокого уровня психической активности человека как в условиях обедненного, так и перенасыщенного эмоциями фона. Хороший пример последнего дает работа космонавта при экстремальных пиковых нагрузках, когда на счету каждая секунда и от твоей сноровки, памяти зависит успех дела.

Но есть профессии — как правило, они связаны с автоматизированным производством, — бедные эмоциями. Длительное повторение однообразных операций неизбежно снижает психическую активность, вызывает сонливость, вялость и апатию — производительность труда падает. А между тем, скажем, оператор, который находится в помещении с пультом управления, должен обладать очень большой памятью для того, чтобы быстро распознавать значение сигналов, возникающих на пульте, и быстро на них реагировать.

Чем шире автоматизация, чем больше машин служит человеку, тем выше становятся требования к человеческому мозгу, который должен руководить этими машинами и подниматься над ними по точности и скорости реагирования. И тут исследования связи памяти с эмоциями очень актуальны.

Еще один интересный выход в практику исследований, о которых шла речь в статье. Изучение ряда недифференцированных заболеваний детей позволило выделить из них группу легких органических повреждений мозга. Этих детей характеризует рассеянность, несобранность, нарушение концентрации внимания, персеверативность процессов мышления (застывание на деталях), а также ослабленная способность удерживать запоминаемый материал в памяти.

Эти симптомы в дошкольные годы часто не обращают на себя внимания родителей и воспитателей. Однако уже первые месяцы учебы в школе показывают, что этим детям трудно учиться — считать, запоминать алфавит.

В условиях клиники (это совместная работа Института биофизики Академии наук СССР с Московским научно-исследовательским институтом психиатрии Министерства здравоохранения РСФСР) было установлено: такая форма заболевания сопровождается нарушением обмена серотонина и норадреналина. У детей, которых лечили аминалоном, по мере улучшения показателей памяти и внимания отмечалась тенденция к нормализации обмена этих аминов. Следовательно, делают вывод ученые, детей с такого рода задержкой психического развития можно лечить. Условие успеха на этом пути — индивидуальный учет баланса исходной активности систем, вырабатывающих серотонин и норадреналин.

Ученые из Отдела проблем памяти пришли и к другим, гораздо более тонким выводам. Так, к примеру, оказалось, что при эмоционально положительных состояниях, когда содержание серотонина в мозге повышено, общий уровень возбуждения центральной нервной системы низок. И напротив: при эмоциях отрицательных (много норадреналина) он высок

## ДО СОРЕВНОВАНИЙ



7"

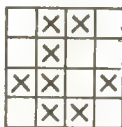


3"

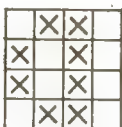


3"

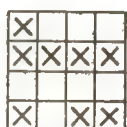
## ЭКСПОЗИЦИЯ



6"



47"



5"

## ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

## ВО ВРЕМЯ СОРЕВНОВАНИЙ



6"

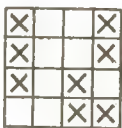


10"

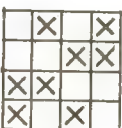


4"

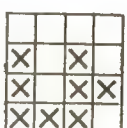
## ЭКСПОЗИЦИЯ



5"



5"



6"

## ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

С помощью таких квадратов исследовалось состояние кратковременной зрительной памяти у спортсменов до и во время соревнований.

Наиболее стойко «застывает» в памяти чувство страха. Положительный опыт менее прочен, но зато более гибок, поддается творческой перестройке.

Субъективные предварительные выводы тут таковы. Видимо, положительные эмоции благотворны для творчества: пластичность мозга повышена, система становится гибкой, легко перестраиваемой, открытой для новых впечатлений. Отрицательные же эмоции (и их действующее начало — норадреналин) делают нервную систему более жесткой, но зато и способной к решительным действиям (ведь, скажем, крыса под током должна быстро найти спасительную полку).

Художники и деятели. В жизни современного человека эти две грани часто образуют хитрый узор: человек должен поочередно становиться то творцом, то решительным и деятельным работником. Кто знает, возможно, придет день, когда в аптеках (конечно, строго индивидуально, по рецептам врачей, а то и психологов, после тщательного биохимического обследования) появятся таблетки, стимулирующие память, творчество.

Около трех лет находится на околоземной орбите большая космическая лаборатория — станция «Салют-6». За это время на ее борту побывало 9 экспедиций, в том числе три долгосрочные — продолжительностью 98, 140 и 175 суток. Восьмая экспедиция прибыла на борт станции «Салют-6» 10 апреля 1980 года на транспортном корабле «Союз-35». Его пилотировали командиры корабля подполковник Леонид Иванович Попов и бортинженер Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Валерий Викторович Рюмин. [Вы видите их на снимке в день окончания предполетной подготовки]. В момент прибытия пилотируемого корабля «Союз-35» к станции уже был пристыкован транспортный корабль-автомат «Прогресс-8», запущенный ранее; на смену ему через некоторое время пришел следующий грузовик «Прогресс-9». Кстати, принципиально новая система снабжения орбитальных станций с помощью автоматических грузовых транспортных кораблей была отработана именно в процессе полета станции «Салют-6».



В соответствии с программой сотрудничества социалистических стран в исследовании космоса 27 мая на «Салют-6» на корабле «Союз-36» прибыла девятая экспедиция — дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт В. Н. Кубасов и космонавт-исследователь гражданин Венгерской Народной Республики Берталан Фаркаш.

Один из участников восьмой экспедиции на «Салют-6», Валерий Рюмин, участвовал и в предыдущей экспедиции. Вместе с Владимиром Ляховым он провел на борту станции почти полгода — сто семьдесят пять суток. О некоторых эпизодах этого полета, самого длительного в истории космонавтики, рассказывает публикуемый очерк.

## НЮРКА, ГРИБЫ И ТЮЛЬПАН

Владимир ГУБАРЕВ.

**К**аждую ночь Биологу снились грибы. Необычные, страшные. Он просыпался. Тихо, чтобы не разбудить жену, выходил на кухню и закуривал. Это была единственная сигарета, которую он позволял себе, потому что уже был инфаркт, да и подниматься на третий этаж единым духом не мог, приходилось по долгу отдыхать на лестничных площадках.

Биолог по привычке взглянул на часы.

— Пять, — почему-то сказал он вслух и усмехнулся. — Конечно же, пять. Почему сегодня должно быть иначе?

Сколько продолжается это? Наверное, полгода, не меньше. Ляхов и Рюмин давно вернулись, побывали в отпуске, сейчас, кажется, приступили к тренировкам, а он не спит, словно они еще в полете. Он приезжал из Центра около двух ночи, так дежурство заканчивалось, а добираться домой приходилось через весь город. Возвращаться в Центр мог и после обеда —

времени с избытком, чтобы выспаться, но этот сон с грибами, настойчивый, липкий, чуть ли не каждое утро будил его на рассвете. Сначала он забавлял Биолога — грибы в разгар зимы! Смешно... Ну, летом, когда собираешься с друзьями в лес, естественно, что снятся. Так бывает. Или на следующий день: память возвращает к беленькому, вынырнувшему неожиданно из полегшей травы, или к ярко-красной шапке подосиновика, на который едва не наступил... И хорошо, что снятся, — значит, удовольствие получил, отдохнул.

Но эти грибы были уродливые, на длинных ножках и бесцветные, словно призраки.

А началось все с шутки. Во время какого-то сеанса связи Биолог разговаривал с Владимиром Коваленком.

— Саша где? — спросил он.

— По грибы пошел, — рассмеялся Коваленок. Это была та самая шутка, в которой большая доля правды — на борту проводились эксперименты по выращиванию





ший на башне высотой 110 метров, был виден мореходам в радиусе более ста километров.

На снимке — скульптурный портрет Клеопатры.

«Hobby»  
№ 6, 1980.

## БИОНИЧЕСКОЕ УХО

Еще Алессандро Вольта заметил, что если пропустить ток через голову человека на уровне ушей, то он услышит потрескивание и жужжание, неслышимое для других, находящихся рядом. Но только в наше время благодаря успехам электроники стало возможным, раздражая слуховой нерв электротоком, возратить человеку слух.

Подать на слуховой нерв сигнал непосредственно от микрофона невозможно: внутреннее ухо превращает колебания воздуха в электрический сигнал совсем иначе, чем это делает микрофон. Поэтому сначала сигнал надо обработать, сделать его более или менее похожим на тот, который получает от уха мозг человека. В Мельбурнском ухо-глазном госпитале сделаны некоторые успехи в этом направлении. Летом прошлого года австралийцу Джорджу Уотсону, оглохшему 13 лет назад, вживили во внутреннее ухо слуховой аппарат, непосредственно раздражающий слуховой нерв. В улитке внутреннего уха разместили 20 платиновых микроэлектродов, а под кожей за ухом — миниатюрный радиоприемник в золотой корбочке. Когда швы после

операции затянулись, врачи подключили Уотсона через радиопередатчик к компьютеру, соединенному с микрофоном, и больной стал слышать. Сначала все звуки казались ему просто слабым жужжанием, но по мере отладки аппаратуры и усовершенствования программы ЭВМ Уотсон стал слышать сначала гласные звуки, а потом смог разбирать речь.

Бионическое ухо состоит из трех блоков. Первый — процессор-передатчик. Это, собственно говоря, ЭВМ с микрофоном и радиопередатчиком. Обработывая сигналы от микрофона по специальной программе, ЭВМ имитирует деятельность человеческого уха. Результат подается на радиопередатчик. Второй блок — радиоприемник на интегральной схеме, вживленный под кожу. Он принимает сигналы ЭВМ и посылает их по проводу на третий блок — пучок вживленных в улитку микроэлектродов. Уотсон говорит, что человеческая речь звучит для него вполне разборчиво, хотя имеет неестественный тембр.

Дальнейшие усилия ученых будут направлены на уменьшение размеров системы. Пока ЭВМ занимает несколько комнат.

«The Bulletin»  
24.12.1979.

## ЦИФРЫ И ФАКТЫ

■ Левостороннее движение принято сейчас в 51 стране мира. В Европе — это Великобритания, Ирландия, Исландия, Мальта и Гибралтар. В Азии — 15 «левосторонних» стран, на американском континенте — 17, 8 — в Океании и Австралии, и 6 — в Африке.

■ На севере Аравийского моря, впервые обследованном гидробиологами, обнаружен богатейший район размножения рыбы. По оценкам ученых, четыре прилегающих к морю страны — Пакистан, Сомали, Оман и Народная Демократическая Республика Йемен — смогут ежегодно добывать здесь без риска подорвать ресурсы 11 миллионов тонн рыбы (мировой

вылов за 1977 год составил 73,5 миллиона тонн).

■ Сейчас в мире ежегодно уничтожается 245 тысяч квадратных километров тропического леса (это почти площадь Великобритании). На месте леса разбивают поля, города, дороги. Если процесс и дальше будет идти такими темпами, через 50 лет тропические леса, обиталище двух миллионов видов растений и животных и важный поставщик кислорода, могут исчезнуть с лица Земли.

■ На снимках Юпитера, сделанных космическими аппаратами «Вояджер-1» и «Вояджер-2», обнаружен еще один, пятнадцатый спутник планеты. Его диаметр 70—80 километров, высота его орбиты над облачным покровом Юпитера 151 100 километров. Одновременно уточнены данные о четырнадцатом спутнике, открытом на тех же снимках в прошлом году. Его диаметр 30—40 км, высота орбиты 57 000 километров.

■ В Австралии начинаются промышленные испытания работа для стрижки овец. Чтобы он не ранил животное во время работы, концы ножиц работа снабжены электронными органами осязания.

■ В ФРГ построен испытательно — измерительный железнодорожный вагон на скорость движения до 250 километров в час. Поезд с такой скоростью предполагается пустить в 1982 году на готовящемся сейчас экспериментальном сверхскоростном участке.

■ Разработав новый метод измерения расстояний до звезд, английские астрономы В. Кларк и Дж. Доу пришли к выводу, что расстояние от Солнца до центра Галактики составляет не 33 000, как считалось ранее, а 23 000 световых лет. Если их подсчеты верны, то и возраст Вселенной меньше принимаемого до сих пор.

■ В Таиланде открыт новый вид комара анофелеса, переносчика малярии, излюбленное место размножения которого — слоновьи следы, заполнившиеся водой после дождя.

# О РАЦИОНАЛЬНОМ ПИТАНИИ

Профессор К. ПЕТРОВСКИЙ.

**П**роблема рационального питания, как ни странно на первый взгляд, весьма сложна. Все очевиднее становится, что невозможно разработать один его вид, приемлемый для всех здоровых людей сразу. И все яснее понимание, что необходимо учитывать индивидуальные особенности человека. А это значит: каждый вид рационального питания можно рекомендовать лишь очень однородной группе населения.

Что же такое рациональное питание?

Рациональным называется питание, наилучшим образом удовлетворяющее потребности организма в энергии и эссенциальных (незаменимых), жизненно важных веществах, причем в данных, конкретных условиях его жизни и деятельности. Отсюда видно: рациональное питание не есть некий стандарт, пригодный во всех случаях.

Чтобы питание было высокоэффективным, надо учитывать следующие факторы.

Во-первых, современные нервно-эмоциональные нагрузки и общее ускорение темпов жизни. Они предъявляют к организму повышенные требования. Ему все труднее становится справляться с неблагоприятными внешними и внутренними воздействиями, которые осложняют и ослабляют работу основных его систем — поддерживать нормальное состояние центральной нервной системы, сердечно-сосудистой, выделительной, пищеварительной и других систем. Особо неблагоприятное влияние на функциональную способность этих систем оказывает недостаток моторно-висцеральных рефлексов, поступающих только от интенсивно работающих мышц и внутренних органов (моторные рефлексы — рефлексы от мышц, висцеральные — от внутренних органов). Стойкая гиподинамия (малоподвижный образ жизни) — бич нашего столетия — она лишила организм человека моторно-висцеральных рефлексов, ослабив этим самым функциональную эффективность работы сердца, почек, печени, желудка, кишечника. Сердце меньше выдает крови в сосуды, ему приходится чаще сокращаться. Хуже отделяется желчь, и создаются условия для образования камней. Не полностью выводятся шлаки из почек. Возникают нарушения и со стороны пищеварения. Гиподинамия и ее проявление в виде моторно-висцерального голода — первое препятствие для эффективности рацио-

нального питания, как бы хорошо оно ни было разработано. Поэтому в первую очередь надо непременно восстановить нормальное количество названных рефлексов, стимулируя их ежедневной посильной, но достаточной мышечной нагрузкой. Ходите пешком, бегайте, занимайтесь физкультурой, копайте в огороде, играйте в городки, волейбол и т. д. и т. п.

Полезно вспомнить, что такие корифеи науки и литературы, как И. П. Павлов и Л. Н. Толстой, постоянно заботились о мышечной нагрузке, необходимой для поддержания здоровья и высокой творческой работоспособности.

Таким образом, рациональное питание эффективно только на фоне достаточного количества моторно-висцеральных рефлексов, иначе говоря — достаточной физической нагруженности.

Второе не менее важное условие для высокой эффективности рационального питания — благоприятный, спокойный нервно-эмоциональный фон, настойчивая борьба с нервными и стрессовыми перегрузками.

От отрицательного действия стресса не свободна ни одна система организма, в том числе и пищеварительная. Под влиянием нервно-психической раздражительности, агрессивности, конфликтности и стрессовых состояний функциональная способность пищеварительной системы нарушается, а иногда и извращается. Нервно-эмоциональные перегрузки вмешиваются в работу пищеварительных желез, изменяют далеко не в лучшую сторону качество пищеварительных соков и их химический состав, снижают активность (атакуемость) ферментов. В результате этого усиливаются гнилостные процессы в кишечнике, развивается выраженный метеоризм — газообразование, нередко сопровождающееся острыми болями, резко увеличивается количество всасываемых из кишечника токсических веществ, приводящих к стойкой аутоинтоксикации (самоотравлению). В таких условиях проявить свою эффективность рациональное питание также не может. Тут уж придется говорить лишь о целенаправленном лечебном питании, сочетающемся с лекарственной терапией и гигиеной.

Резюме: чтобы рациональное питание было высокоэффективным, нужно создать ему благоприятный сопутствующий фон.

Что же для этого необходимо?

Посоветовавшись с лечащим врачом, еже-

См. «Наука и жизнь» № 5, 1980.



дневно интенсивно нагружать себя физически. Решительно мобилизовать себя на борьбу с раздражительностью, конфликтностью и стрессами. Никаких выяснений отношений, никаких нервных взрывов из-за пустяков, никаких тяжелых нервно-эмоциональных травм своим близким, членам семьи, соседям, сослуживцам по работе и другим людям. Только сознательная уравновешенность, только устойчивое благообразие. Лишь приведя себя в порядок в этом отношении, можно приступить к реализации принципов рационального питания.

Значение питания как средства нормализации и оптимизации физиологического состояния организма, как средства обеспечения высокой работоспособности в современных условиях сильно возросло.

Напротив, неправильное питание может стать и отрицательным фактором — не только не помогать организму справляться с трудностями, постоянно возникающими в жизни, но даже мешать ему. Особенно острожно надо относиться к различным диетам и всевозможным рекомендациям по питанию. Принимать следует только те из них, которые основаны на строгих научных принципах и исходят от авторитетных учреждений, исследующих вопросы рационального питания.

Изучению и разработке принципов рационального питания многие страны мира придают важное значение. В Международных организациях ФАО и ВОЗ, занимающихся продовольственными проблемами, ведется большая работа по обобщению принципов рационального питания. Особенно эффективны эти исследования в странах социалистического содружества — в Чехословакии, Болгарии, СССР и других.

Накоплен и проанализирован большой научный и экспериментальный материал,

позволивший обосновать главные принципы рационального питания и разработать его нормы.

Прежде всего единодушно принят принцип умеренности в питании, исключающий переизбыток, но вместе с тем обеспечивающий потребности организма в калориях в соответствии с энергетическими затратами.

Второй основной принцип, также единодушно принятый ФАО и ВОЗ, — сбалансированность питания, наилучшим образом удовлетворяющая потребности организма в жизненно необходимых, незаменимых пищевых веществах. При сбалансированном питании создаются оптимальные условия для обмена веществ.

Третьим признан принцип четырехразового питания, предусматривающего прием пищи каждый раз в небольших количествах.

Четвертый принцип: разнообразие питания, дающее организму возможность отобрать необходимые ему для жизни биологически-активные вещества — ведь у каждого пищевого продукта свои особенности в структуре, сочетаниях и взаимосвязи составляющих его биологически-активных компонентов.

Предлагаем примерное меню рационального питания. Разумеется, приводимый перечень блюд — весьма ориентировочный. Он может быть значительно расширен для людей, физически нагруженных, и несколько сужен для пожилых, ведущих малоподвижный образ жизни. Что же касается людей с избыточным весом или имеющих те или иные нарушения в сердечно-сосудистой системе, то им необходимо учитывать особенности своего физического состояния и придерживаться индивидуального режима питания вплоть до лечебного.

УМЕРЕННО-ОГРАНИЧЕННЫЙ ВАРИАНТ	НОРМАЛЬНО-ОПТИМАЛЬНЫЙ ВАРИАНТ
<p><b>ЗАВТРАК:</b> бутерброд из черного хлеба с сыром, творог 50 г, 1 яблоко, чай или кофе.</p> <p><b>ОБЕД:</b> Овощная закуска (салат, винегрет). I блюдо: вегетарианское (суп овощной, борщ с черносливом, щи); II блюдо: отварное мясо, рыба отварная картофель (котлеты, биточки, зразы и другие блюда из мясного и рыбного фарша) — все с картофельным или овощным гарниром; III блюдо: любые фрукты и ягоды, желе, муссы, кисели, молоко, мороженое; Напитки: домашний хлебный квас, настой шиповника, свежесваренный чай.</p> <p><b>УЖИН:</b> Салат из сырых овощей, творог или гречневая каша рассыпчатая с молоком, или рыба под маринадом (по-гречески), чай или кофе.</p> <p><b>ПЕРЕД СНОМ:</b> стакан кефира или простокваши, яблоко или апельсин.</p>	<p><b>ЗАВТРАК:</b> Омлет из двух яиц, или два яйца всмятку, или холодец (студень), или творог — 150 г, 1 яблоко, чай или кофе.</p> <p><b>ОБЕД:</b> Закуска: салат из сырых овощей с растительным маслом; I блюдо: овощное на мясокостном бульоне, рыбная уха, суп грибной, овощной вегетарианский суп (щи, борщ); II блюдо: любое мясное, рыбное и из птицы с овощным, картофельным, фруктовым (яблочным, из чернослива и т. д.) гарниром; III блюдо: любые фрукты и ягоды, желе, муссы, кисели; Напитки: домашний хлебный квас, настой шиповника, свежесваренный чай.</p> <p><b>УЖИН:</b> Салат из сырых овощей, творог или гречневая каша, кулебяка с капустой, чай или кофе.</p> <p><b>ПЕРЕД СНОМ:</b> кефир или простокваша, фрукты.</p>

Пятый принцип: высокая биологическая полноценность питания. Ей в современных условиях повышенного темпа жизни и нервно-эмоциональных перегрузок придается особо важное значение. Главное здесь — ежедневное, систематическое потребление свежих, по возможности сырых овощей и фруктов и особенно зелени.

Сравнительно давно уже был провозглашен принцип сбалансированности белков, жиров и углеводов — в соотношении 1:1:5. Теперь, когда изменился характер труда, резко снизилась мышечная, физическая нагрузка благодаря внедрению в производство разнообразных технических средств, которые повлияли на величину энергозатрат и формирование физического статуса современного человека, потребовалась коррекция в этом соотношении в сторону некоторого уменьшения доли жиров и углеводов. Сейчас более приемлемо соотношение белков, жиров и углеводов, как 1:0,8:3,5—4. Таким образом, если принять суточную норму белка для взрослого человека за 100 граммов, то суточная норма жиров и углеводов будет соответственно 80 и 350—400 граммов.

Исключительно важная роль в рациональном питании принадлежит белку. Недостаток белка, особенно животного, в мировом масштабе, как известно, превратился в трагедию современности. Более половины населения земного шара страдает от белковой недостаточности. Поэтому белковый компонент в рациональном питании подвергся особо тщательному и глубокому изучению. В составе животного белка в организм поступает комплекс несинтезируемых в нем незаменимых аминокислот: метионина, лизина, триптофана и других, которые обеспечивают оптимальный уровень метаболических (обменных) процессов.

Все разговоры об отказе от потребления мяса, рыбы и других источников животного белка беспочвенны. Речь может идти только об ограничении чрезмерного их потребления. В этих случаях, действительно, могут иметь место различные неблагоприятные проявления. Нормальное же, умеренное, но достаточное поступление животного белка в организм совершенно необходимо. Тут другая задача: важно установить и разработать строго научно обоснованные нормы потребления белка для людей разного возраста и разной физической нагруженности. За основу здесь можно принять действующие рекомендации и внести в них необходимые коррективы.

Исследованиями последних лет доказано: биологическое действие и проявление анаболических свойств животного белка в организме наиболее высоки и всесторонни при определенных сочетаниях белка и аскорбата (витамина С).

Достаточный и устойчивый белковый и С-витаминный фон питания — первое и непременное условие его рациональности. В качестве средних величин, потребности взрослого человека в белке и аскорбате могут быть приняты 80—100 граммов белка и 80—100 миллиграммов аскорбата, то есть

на каждый грамм поступающего белка 1 мг витамина С.

Если снизить норму белка до 70 граммов в сутки, то суточную норму аскорбата следует повысить до 120 миллиграммов. Во всех случаях для взрослых людей количество животного белка должно быть не менее половины общего содержания белка в суточном рационе.

Что касается жира, то еще не так давно проявлялось стремление всемерно его ограничивать в питании взрослых людей. И особенно во второй половине жизни. Опасались действий, способствующих развитию атеросклероза. Одновременно возникло стремление максимально увеличить в питании взрослых людей квоту растительного масла, вплоть до замещения всей суточной нормы жира растительным маслом.

Последующие углубленные исследования показали, что:

1—в пищевом рационе наиболее рационально 25—30 граммов в сутки растительного масла;

2—атерогенные свойства проявляют твердые (насыщенные, предельные) жирные кислоты, присутствующие в некоторых животных жирах, но лишь в том случае, если их потребляют в большом количестве;

3—животные жиры (сливочное масло, свиное сало, шпиг, бекон и прочее) — источник дефицитной арахидоновой кислоты, которая отсутствует в растительных маслах;

4—организм нормально обеспечен жирорастворимыми витаминами (А, Е и другими) лишь при достаточном количестве жира в пищевом рационе.

Эти исследования позволили обосновать оптимальные уровни потребления жира в питании людей разного возраста. Для взрослых людей, к примеру, рекомендовано 80—100 граммов жира, в том числе 25—30 граммов растительного масла.

Суточная потребность в углеводах вплоть до последнего времени была определена в количестве 500 граммов. Эта норма была рассчитана преимущественно на немеханизированные условия труда. Сейчас она снижена до 350—400 граммов в сутки, а для некоторых профессиональных и возрастных групп — даже до 300. Из углеводов в рационе должно быть 75 процентов хлебных продуктов (хлебобулочных изделий, круп, макарон и других) и 25 процентов сахара, в том числе меда, варенья и фруктов.

Таким образом, если принять за среднюю суточную норму потребления белка, жира и углеводов в количествах соответственно 80, 80 и 350 граммов, то оптимальная калорийность питания в современных условиях обозначится цифрой «2353» (килокалорий).

В рациональном питании в нынешних условиях жизни, как мы уже отмечали, особо важная роль принадлежит биологической полноценности питания, ежедневному потреблению свежих овощей и фруктов. Вполне обосновано требование: «Ни одного обеда, завтрака или ужина без свежих, по возможности сырых овощей».



Повышена сейчас потребность организма и в витаминах. Она, безусловно, также должна удовлетворяться за счет продуктов питания, особенно овощей, плодов, ягод и фруктов.

Нередко возникают вопросы: «А можно ли в современных условиях повышенной потребности в витаминах удовлетворить ее обычным питанием?» и «Не следует ли перейти на постоянную витаминную дотацию из аптек?» Ответ на этот вопрос пока такой: во всех случаях нехватки витаминов в питании их надо восполнять за счет витаминных препаратов.

Особенно неблагоприятны в этом плане вторая половина зимы и весна, когда сокращается ассортимент овощей и фруктов, а в оставшихся запас витаминов тает. Кроме того, весной человек выходит из зимы ослабленным и нуждается в дополнительном витаминном снабжении.

Какими же витаминами необходимо дополнять питание весной? Прежде всего аскорбатом (витамином С), поскольку он в организме человека не синтезируется. При снижении витаминной активности пищевых продуктов возникает реальная опасность развития в организме чаще всего скрытой, а порой и явно выраженной витаминной недостаточности. Она крайне отрицательно сказывается на состоянии организма, на

его устойчивости к неблагоприятным факторам, различным интоксикациям, некоторым заболеваниям, на его работоспособности. Три месяца в году — февраль, март и апрель особенно бедны витаминами.

В эти месяцы необходимо особенно позаботиться о ранних овощах — зеленом луке, огурцах, редисе, шпинате, петрушке. Целесообразно также ежедневно пополнять свой стол 50 мг аскорбата. Это значительно повысит эффективность рационального питания.

Весной растет потребность и в других витаминах: В, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е и т. д. Некоторые комплексные витаминные препараты, выпускаемые промышленностью, сбалансированы по целому ряду витаминов и вполне приемлемы для обогащения рациона в весенний период. К таким биологически высокоактивным препаратам можно отнести Ундевит и некоторые другие поливитамины.

Рациональное питание должно поддерживать в организме кислотно-щелочное равновесие и предотвращать развитие ацидотических сдвигов, выражающихся в уменьшении кислотности. Для этого достаточно повысить удельный вес в пищевом рационе овощей, фруктов, молока и молочных продуктов.

## Н О В Ы Е   К Н И Г И

**В. И. Ленин в воспоминаниях писателей.** Сборник. Сост. и примеч. В. И. Десятерика. Худож. Н. Крылов. М., «Художественная литература», 1980. 494 с. 30 000 экз. 2 р. 50 к.

В первом разделе сборника — воспоминания людей, близких Ильичу или работавших с ним бок о бок — Н. К. Крупской, Демьяна Бедного, А. В. Луначарского, В. Д. Бонч-Бруевича. Во второй раздел включены воспоминания зарубежных писателей и журналистов, которые были свидетелями или участниками Октябрьской революции и встречались с ее вождем, — Мартина Андерсена Нексе, Альберта Риса Вильямса, Джона Рида, Герберта Уэллса и других.

**Валовой Д. В., Лапшина Г. Е. Имена на обелиске.** Худож. Н. Лавецкий. М., «Молодая гвардия», 1980. 367 с., портр. 100 000 экз. 85 к.

Очерк о жизни и деятельности выдающихся революционеров, чьи имена высечены на первом советском памятнике-обелиске в Александровском саду Московского Кремля.

**Володин Б. Г. ...И тогда возникла мысль.** М., «Знание», 1980. 192 с. 100 000 экз. 60 к.

Книга рассказывает о великих искателях, чей труд привел к рождению клеточной теории. В исследованиях Роберта Гука и Грегора Менделя, Яна Пуркина и Теодора Шванна, Ивана Павлова и Рудольфа Вирхова, в экспериментах современных советских цитологов и гене-

тиков раскрывается трехвексовая история развития научной мысли, итогом которой стали современные представления о клетке, единой элементарной системе жизни.

**Нестеров Ф. Ф. Связь времен.** Опыт исторической публицистики. М., «Молодая гвардия», 1980. 239 с. с илл. 100 000 экз. 60 к.

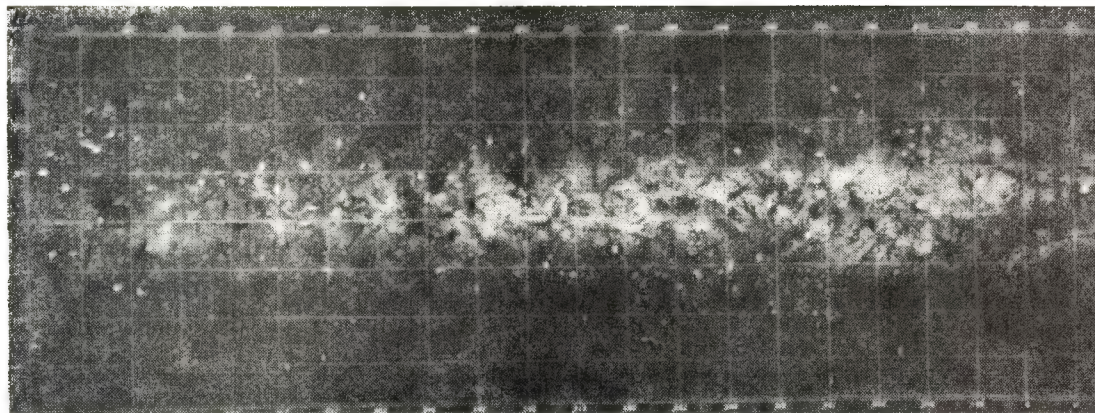
Автор пишет о тех нитях, которые связывают настоящее с прошлым; показывает, почему история становится ныне предметом острых идеологических разногласий.

**Можейко И. В. 7 из 37 чудес.** Худож. К. Сошинская. М., ГИ. ред. вост. лит. изд-ва «Наука», 1980. 359 с. с илл. 75 000 экз. 85 к.

Небольшие очерки, адресованные широкому кругу читателей, знакомят с памятниками культуры многих стран Азии и Африки, с многообразием и оригинальностью восточных цивилизаций.

**Колесников Ю. В., Глазков Ю. Н. На орбите — космический корабль.** М., «Педагогика», 1980. 128 с. с илл. (Ученые — школьнику). 200 000 экз. 30 к.

Авторы — космонавт Ю. Н. Глазков и журналист Ю. В. Колесников — знакомят юных читателей с наиболее важными этапами освоения космоса, с развитием космонавтики, основными техническими средствами, которые дают возможность человеку выходить в околоземное и межпланетное пространство, а также с последними открытиями в астрофизике, космологии, геофизике, биологии, с новейшими достижениями самой передовой технической мысли.



Раздел ведет кандидат педагогических наук  
**Е. ЛЕВИТАН**

# М Л Е Ч Н Ы

Явление Млечного Пути столь загадочно с первого взгляда, что мы должны почти отказаться от удовлетворительного его объяснения. Однако ученый никогда не должен отступать ни перед темнотой явления, ни перед трудностями исследования.

**В. Я. Струве, 1847 год.**

**В** безлунные осенние вечера где-нибудь вдали от ярко освещенных домов и улиц вы, любуясь звездным небом, обязательно обратите внимание на белесоватую полосу, протянувшуюся через все небо. Это Млечный Путь.

Согласно одному из древних мифов, Млечный Путь — это дорога с Олимпа на Землю. Согласно другому — это пролитое Героймолoko (от греческого *gala* — молоко, *galaxias* — молочный круг).

Млечный Путь опоясывает небесную сферу по большому кругу. Нам, жителям северного полушария Земли, в осенние вечера удается видеть ту часть Млечного

Пути, которая проходит через Кассиопею, Цефей, Лебедь, Орел и Стрелец, а под утро появляются другие созвездия, вблизи которых тоже проходит Млечный Путь. Это Персей, Возничий, Телец, Близнецы, Орион, Малый и Большой Пес. В южном полушарии Земли Млечный Путь простирается от Стрельца к созвездиям Скорпион, Наугольник, Циркуль, Центавр, Южный Крест, Киль, Стрела.

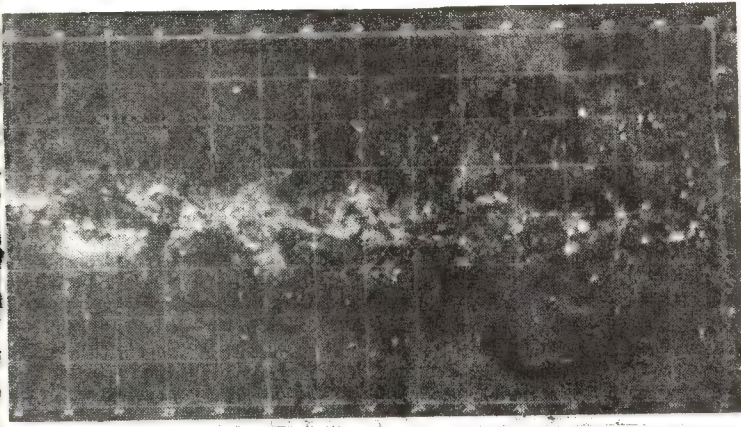
Первое, что обнаруживаешь при знакомстве с Млечным Путем, это его неодинаковую яркость и ширину. Созвездие Лебедя, например, расположено на фоне яркого участка Млечного Пути. Между Лебедем и Стрельцом (в районе Орла) Млечный Путь разделен темным пространством на две исчезающие к горизонту довольно широкие ветви. Труднее разглядеть Млечный Путь на участке Кассиопея — Большой Пес: в Возничем и Тельце широкая серебристая «река» превращается в едва заметный «ручей».

Млечный Путь, проходящий через звездную россыпь южного полушария, удивительно красив и ярк.

В созвездиях Стрельца, Скорпиона, Щита много ярко светящихся звездных облаков. Именно в этом направлении находится центр нашей Галактики (его координаты:  $\alpha = 17^h 28^m$ ,  $\delta = 30^\circ$ ). В этой же части Млечного Пути особенно четко выделяются темные облака космической пыли — темные туманности. Одна из них получила весьма образное название — «Угольный мешок». Если бы не было здесь этих темных, непрозрачных туманностей, то Млечный Путь в направлении к центру Галактики был бы ярче в тысячу раз.

Глядя на Млечный Путь, нелегко вообразить себе, что он состоит из множества неразличимых невооруженным глазом звезд. Но люди догадались об этом давно. Одну из таких догадок приписывают ученому и философу Древней Греции — Демокриту. Он жил почти на две тысячи лет раньше, чем Галилей, который впервые доказал на основе наблюдений с помощью телескопа звездную природу Млечного Пути. В своем знаменитом «Звездном вестнике» в 1609 году Галилей писал: «Я обратился к наблюдению сущности или ве-





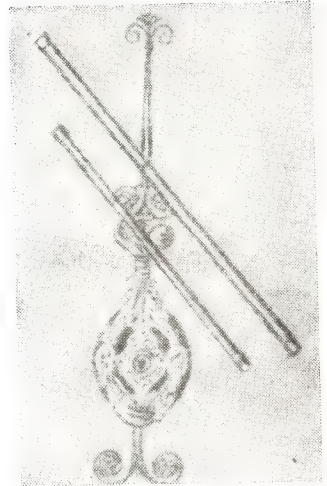
ные сделали вывод, что Солнце находится вблизи главной плоскости Млечного Пути. Если бы это было не так, то Млечный Путь проходил бы для земного наблюдателя по какому-нибудь малому кругу небесной сферы.

## И П У Т Ь

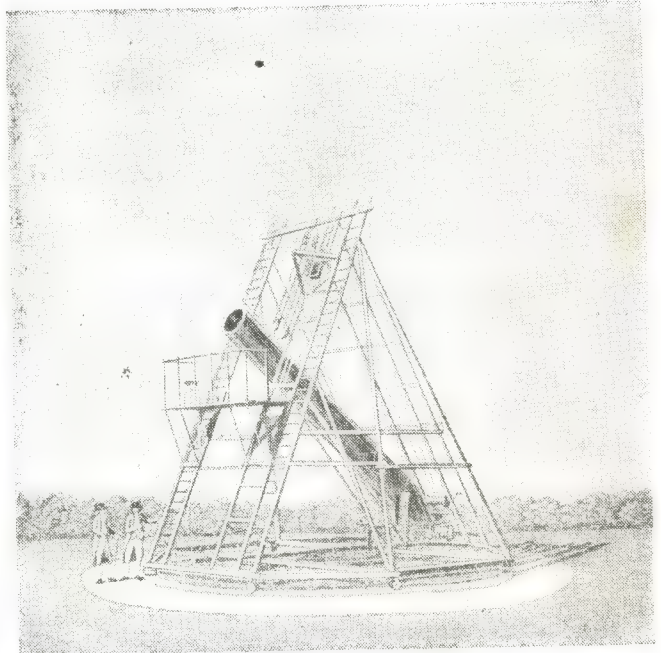
шества Млечного Пути, и с помощью телескопа оказалось возможным сделать ее настолько доступной нашему зрению, что все споры, в течение веков мучившие философов, умолкли сами собой благодаря наглядности и очевидности, которые и меня освобождают от многословного диспута. В самом деле, Млечный Путь представляет собой не что иное, как скопление бесчисленного множества звезд, как бы расположенных в кучах; в какую бы область ни направить телескоп, сейчас же становится видимым огромное число звезд, из которых весьма многие достаточно яркие и вполне различимы, количество же звезд более слабых не допускает вообще никакого подсчета».

Но какое отношение звезды Млечного Пути имеют к единственной звезде Солнечной системы, к нашему Солнцу? Ответ на этот воп-

рос сегодня общезвестен: Солнце — одна из звезд нашей Галактики. Галактики — Млечный Путь. Какое же место занимает Солнце в Млечном Пути? Уже из того факта, что Млечный Путь опоясывает наше небо по большому кругу, уче-



Телескопы Г. Галилея (1609 год).



Один из телескопов, построенных В. Гершелем (1784 год). Диаметр зеркала — 47 см (диаметр зеркала наибольшего из телескопов Гершеля — 122 см).



Темная туманность «Конская голова» ■ Орионе.

мерно 1-2 процента массы Галактики приходится на межзвездную пыль, сильно поглощающую свет. Наш соотечественник В. Я. Струве писал о межзвездном поглощении света еще в середине XIX века, но «обще-признанной» межзвездная среда стала лишь в XX веке.

Почему для определения расстояний до звезд и других объектов Галактики (а без этого невозможно определить размеры Галактики) необходимо учитывать межзвездное поглощение? Считается, что блеск звезды, расположенной вблизи плоскости Галактики и находящейся от нас на расстоянии 1000 пс (1000 парсек = 1 Кпс), ослабляется межзвездным поглощением на две звездные величины, то есть почти в 6 раз. Это приводит к тому, что вычисления расстояний, если не учитывать поглощения, обрастают очень большими ошибками (например, вместо 1 Кпс получалось бы 2,5 Кпс!). По мере удаления от плоскости Галактики межзвездное поглощение уменьшается. Это объясняется тем, что межзвездная пыль сосредоточена преимущественно в довольно узкой области по обе стороны от плоскости Галактики. Особенно велико поглощение света в скоплениях космической пыли, образующих темные туманности. Именно из-за них мы не видим звезд в отдельных участках Млечного Пути. Вспомните темное разделение Млечного Пути («вилка», или «Великая щель», тянущаяся почти на 120° от Лебедя и Орла до Центавра. Или другие пылевые туманности — «Конская голова» в Орионе, «Угольный мешок» в Южном Кресте. Эти туманности находятся от нас на разных расстояниях: «Конская голова» на расстоянии 90 пс, «Угольный мешок» — более 150 пс, наиболее плотные облака пыли в Орле начинаются с расстояния 100—150 пс и простираются до 500—1200 пс в различных участках неба.

Чтобы получить более точное представление о положении Солнца в Млечном Пути, а затем и представить себе, какова в пространстве форма нашей Галактики, астрономы (В. Гершель, В. Я. Струве и другие) использовали метод звездных подсчетов (метод «черняков»).

Суть этого метода упрощенно можно изложить так. В различных участках неба подсчитывают число звезд в последовательных интервалах видимых звездных величин. Если допустить, что светимости звезд одинаковы, то по наблюдаемому блеску можно судить о расстояниях до звезд. Например, если какая-то звезда слабее другой на одну звездную величину, то она находится примерно в 1,6 раза дальше, чем более яркая. Далее,

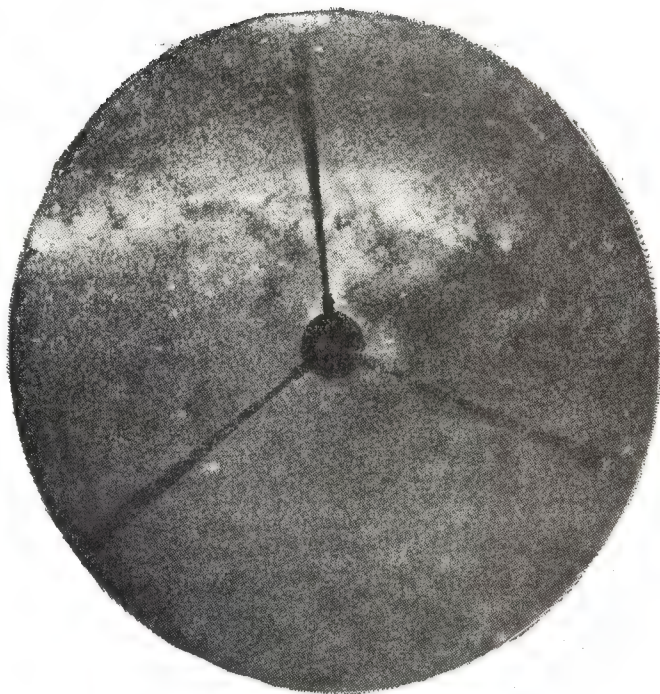
предполагая, что звезды в пространстве расположены равномерно, рассматривают число звезд, оказавшихся в сферических объемах, с центром в Солнце.

На основании таких самых грубых подсчетов и оценок уже в XVIII веке был сделан правильный вывод о «сплюснутости» нашей Галактики.

Чтобы выяснить истинные размеры Галактики и точное местоположение в ней Солнца, потребовалась огромная работа многих астрономов XIX и XX веков. Чрезвычайно существенным этапом в ней было открытие и учет межзвездного поглощения света. Межзвездное пространство, которое прежде казалось абсолютно прозрачным, на самом деле далеко не такое. Сейчас известно, что при-



Фотография участка Млечного Пути (от созвездия Киля до Стрелы), полученная с помощью зеркально-линзового телескопа и широкоугольной камеры.



Неоднородность в распределении пылевой материи, множество клочкообразных облаков, расположенных нередко в несколько рядов, разумеется, сильно осложняют учет межзвездного поглощения. В исследованиях того, как распределена пылевая материя и сложной проблемы межзвездного поглощения большой вклад советских ученых В. А. Амбарцумяна, Ш. Г. Горделадзе, Е. К. Харадзе и других.

В. Гершель предполагал, что Солнце находится вблизи центра плоского «слоя неподвижных звезд», но, на самом деле это не так. Очередной раз человечеству пришлось убедиться, что его место во Вселенной ничем не выделяется: ни Земля, ни Солнце не находятся в центре Вселенной (такого центра вообще не существует!), а Солнце оказалось даже не в центре Галактики, а примерно на расстоянии 10 Кпс от него...

В состав Галактики входит, вероятно, не менее 150 миллиардов звезд, подобных нашему Солнцу, причем большинство звезд сосредоточено в дискообразном объеме (поперечник 30 Кпс, толщина в центре около 4 Кпс). Это значит, что луч света пересекает Галактику по диаметру за 100 000 лет. Вблизи Солнца звезды расположены на значительных расстояниях (1 звезда в объеме  $8 \text{ пс}^3$ ), а вблизи центральной области Галактики (вблизи загадочного ядра) звездная плотность в миллионы раз больше. Участвуя во вращении Галактики, наше Солнце мчится со скоростью более 220 км/с, совершая один оборот за 200—250 миллионов лет...

Галактика имеет сложное строение (дискообразный объем включает большинство, но не все звезды) и сложный состав (кроме звезд и межзвездной газовой-пылевой среды, в Галактику входят рассеянные и

шаровые звездные скопления, ее пронизывают потоки космических лучей, в ней обнаружены магнитные поля). Современные исследования Галактики требуют полного арсенала технических средств, которыми располагает астрономия XX века, но началось исследование Галактики с пытливого выискивания в простирающейся над нашими головами Млечный Путь.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Агеев Т. А. Звезды, галактики, метagalaktika. М., 2-е изд., 1976.  
 Бок Б. и Бок П. Млечный Путь. М., 1948.  
 Климишин И. А. Астрономия наших дней. М., 1976.  
 Струве О. и Зенберге В. Астрономия XX века. М., 1968.  
 Струве О. и другие. Элементарная астрономия. М., 1964.  
 Физика космоса (Маленькая энциклопедия), М., 1976.

## П Л А Н Е Т Ы В СЕНТЯБРЕ—ОКТАБРЕ

**ВЕНЕРА** — будет видна по утрам как яркое светило (блеск в сентябре около  $-4^m$ , в октябре  $-3,6^m$ ). 30 октября Венера проходит севернее Юпитера на  $0,4^\circ$ , а затем будет видна между Юпитером и Сатурном.

**МАРС** — вечерняя видимость; с 10 сентября планета находится в созвездии Весов, с 10 октября — в созвездии Скорпиона, а с

22 октября — в созвездии Змееносца; блеск около  $+1,5^m$ .

**ЮПИТЕР** — можно будет наблюдать по утрам в октябре (созвездие Девы); блеск планеты  $-1,3^m$ .

**САТУРН** — можно будет наблюдать по утрам в октябре (созвездие Девы), кольца планеты видны даже в небольшие телескопы; блеск  $+1,2^m$ .

# ЗОЛОТЫЕ ИМЕНА

Недавно издательство «Знание» выпустило брошюру\*, посвященную ученым, чьи фундаментальные труды в области радио отмечены Золотой медалью имени А. С. Попова. В брошюре пять очерков о советских ученых (А. И. Берг, Б. А. Введенский, С. А. Векшинский, А. Л. Минц, С. Э. Хайкин), а также краткие материалы о других выдающихся советских и зарубежных ученых (В. П. Вологдин, В. А. Котельников, А. М. Кугушев, М. А. Леонтович, А. А. Пистолькорс, М. Райл, С. М. Рытов, Л. Эссен), удостоенных высокой награды, присуждаемой Президиумом Академии наук СССР.

Открывается брошюра вступлением «Золотые имена», которое мы предлагаем вниманию наших читателей.

Минуло 85 лет с того знаменательного дня 25 апреля (7 мая) 1895 года, когда русский ученый, преподаватель Минного офицерского класса в Кронштадте Александр Степанович Попов продемонстрировал научной общественности первый радиоприемник...

Это изобретение сразу же нашло продолжение и теоретическое обоснование в трудах десятков крупных ученых мира, стало могучим стимулом развития общества, активным средством воздействия на умы людей, на рост экономики и культуры.

Владимир Ильич Ленин мечтал о «газете без бумаги и без расстояний». Уже при его жизни мечта стала претворяться в действительность с помощью работ видных советских ученых и инженеров, в том числе сотрудников знаменитой Нижегородской радиолaborатории. Многие славные страницы в историю советского радио вписаны лучшими людьми советской науки и техники средств связи, огромной армией советских радиоспециалистов и производственников, сыгравших решающую роль в развитии радиотехники, телевидения, проводной и факсимильной связи, электроники, радиолокации, звукового кино.

Советские радиотехники, как и все связисты, внесли огромный вклад в достижение победы нашего народа в Великой Отечественной войне.

Советский народ 35 лет назад торжественно отмечал 50 лет изобретения радио. Это происходило в майские дни 1945 года, когда советские воины завершали разгром фашизма и заканчивали операцию по освобождению Берлина. 2 мая 1945 года Совет Народных Комиссаров СССР издал постановление «Об ознаменовании 50-летия со дня изобретения радио А. С. Поповым». Этим постановлением устанавливался 7 мая ежегодный День радио. С тех пор в этот праздничный день наш народ чувствует большую армию специалистов, связавших свои судьбы с радиотехникой, электроникой и связью.

Тем же постановлением учреждена Золотая медаль имени А. С. Попова. Положение о ней Совет Народных Комиссаров СССР утвердил 24 февраля 1946 года. В по-



Золотая медаль имени А. С. Попова (лицевая сторона).

ложению отмечалось, что медаль присуждается за выдающиеся научные работы и изобретения в области радио один раз в год, начиная с 1946 года, по представлению Совета по радиофизике и радиотехнике Академии наук СССР. Этот Совет рассматривает и оценивает работы соискателей. Советом академии намечено присуждать медаль за работы, выполненные в течение 1935—1945 годов, а в последующее время — за работы, законченные в период между конкурсами. Медалями могут быть награждены как советские, так и зарубежные ученые...

В 1946 и 1947 годах медали не присуждались. А в 1948 году список лауреатов Золотой медали имени А. С. Попова открыл известный советский ученый и изобретатель, один из основателей советской науки и техники средств связи, **Валентин Петрович Вологдин**. После этого медаль имени А. С. Попова стала присуждаться ежегодно. По представлениям научных обществ, научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений, ведомств, общественных организаций и отдельных граждан Золотая медаль имени А. С. Попова была при-

\* А. С. Лонгинов и В. И. Стариков. «Золотая медаль имени А. С. Попова» (очерки об ученых). М.: «Знание». Серия «Радиоэлектроника и связь», № 4, 1980 г.



стоит еще последняя проверка корабля, а затем включение тормозного двигателя.

На связи Владимир Александрович Шаталов.

— В зоне посадки условия отличные,— говорит он,— вас ждут... Одна просьба: не торопитесь, ничего не предпринимайте сами...

— Мы понимаем...

— Я просто напоминаю вам об этом. И по возможности ведите репортаж о спуске.

— Не волнуйтесь, все будет хорошо,— отзывается Рюмин.

— У него второй спуск,— замечает Ляхов,— так что опыт есть.

— Ждем вас. Доброго пути,— заканчивает сеанс связи Шаталов.

«Союз-34» уходит на другую сторону планеты. Когда он появится над Атлантикой, мы получим сообщение корабля «Павел Беляев», именно этот плавучий комплекс будет следить за работой двигателя. Но когда возвращаются на Землю экипажи длительных экспедиций, чрезвычайно важно, чтобы прошел основной, штатный, а не запасный вариант посадки. Запасный вариант — это баллистический спуск, когда на космонавтов обрушивается почти десятикратная перегрузка. Так было, к примеру, при возвращении Н. Рукавишникова и Г. Иванова, когда отказал основной двигатель и пришлось переходить на запасный вариант спуска. Сегодня этот вариант недопустим: корабль обязан мягко и осторожно пронести свой экипаж сквозь атмосферу.

— Двигатель отработал расчетное время,— сообщает «Павел Беляев».

— По автоматике замечаний нет,— слышен голос Ляхова,— ждем разделения...

Сейчас должны сработать пиропатроны, и спускаемый аппарат «Союза-34» отделится от приборного отсека.

— Есть разделение!

И вскоре после этого:

— Есть вход в атмосферу!

— Появилось свечение,— спокойно сообщает бортинженер.

Плазменное облако рождается за иллюминатором. Огненный болид летит к Земле.

— Проходим Черное море,— прорывает ся сквозь радишумы голос Ляхова,— на борту порядок... Давит немного...

— Уже почти забытое ощущение тяжести,— добавляет Рюмин.

Им тяжело. Очень тяжело.

— Есть выход основного парашюта...

И сразу же сообщение от группы поиска:

— Спускаемый аппарат «Союза-34» обнаружен!

Почти полгода назад казахстанская земля проводила их на подвиг. Теперь она встретила их. И никто, видимо, в тот момент не думал, что для одного из этих двух космических долгожителей так скоро наступит время следующего старта в космос.

Валерий Рюмин волновался. Сейчас, отвечая на вопросы членов комиссии, он вновь вспомнил ту череду бесконечных дней и ночей в станции. Еще вчера ему казалось, что полет закончился давно: но ведь на самом деле он на Земле меньше, чем был в космосе.

Его спрашивали не пристрастно, иначе, чем командира,— тот все-таки впервые. Молчал Феоктистов, уткнулся в бумаги Елисеев. Они достаточно переговорили после приземления.

Молчал и Биолог. Перед ним лежала программа экспедиции, и он начал подсчитывать старты, посадки, стыковки, перестыковки — те самые операции, которые требуют полного напряжения от Центра управления и экипажа. «Тихих недель» не было, большинство «событий», как любят выражаться журналисты, проходило ночью, а значит, надо отсыпаться днем...

«Ну теперь, прощай сны,— подумал Биолог,— эти самые уродцы-грибы, дрожофилы-нюрки и тюльпаны. Сновидения любят рассветы, а их не будет—они принадлежат полету».

Валерий рассказывал о перекачке топлива. Не так, как записано в инструкции, зачем? Ведь с Володией они передавливали горячее несколько раз. Рюмина не перебивали — он знает лучше, чем многие из членов предполетной комиссии...

«Не Рюмин сдает экзамен, а мы,— подумал Биолог,— теперь так будет часто, потому что этим ребятам приходится не заучивать инструкции, а писать их в полете».

Он улыбнулся своим мыслям. Рюмин замолчал, посмотрел на Биолога.

— Я что-нибудь не так сказал? — вдруг спросил он.

— Нет,— растерялся Биолог,— но я... я хотел спросить, больше перепелов не будет?

— Посмотрим,— теперь уже улыбался Валерий.— Об этом я скажу перед стартом. Но иллюзий стало меньше...

Биолог понял, что имел в виду Рюмин. Тогда с Владимиром Ляховым они взяли на борт перепелиные яйца. «Будет у нас своя ферма», — смеялся Ляхов. Но птенцов они так и не дождались. Им показали с Земли перепелов, которые вывелись в контрольной группе.

«Судя по всему, здесь, в космосе, никто жить не может», — сказал тогда Владимир Ляхов.

«Кроме, конечно, космонавтов», — добавил Валерий Рюмин.

Помнил эти слова Биолог.

Видно, не забыл их и Рюмин.

— ...да, иллюзий стало меньше,— повторил он.— Надо летать, чтобы там могли жить не только космонавты.

На предполетных экзаменах Валерий Рюмин, как и прежде, получил отличные оценки.

Он был готов к новому старту на «Салют-6».

Февраль 1979 г.—  
апрель 1980 г.

## ЗУБЫ РАЗРУШАЕТ КИСЛОТА

Ульрих ХИНЦЕ.

Правится нам это или нет, но ротовая полость человека — настоящий рай для кокков и бактерий, микроскопических грибов и амёб. В укромных уголках, например, в извилистых «оврагах» на поверхности зубной эмали, эти непрошенные нахлебники ведут свою разрушительную работу: они растворяют зубную эмаль кислотами. Но мы перед ними не беззащитны: существуют возможности профилактики кариеса.

«Сказать по правде, субъективно, зубная боль весьма противна», — писал немецкий поэт и карикатурист Вильгельм Бун. А объективно причина зубной боли — кариес зубов, болезнь, которая в буквальном смысле «у всех на устах». В Центральной Европе почти 99 процентов населения страдает от кариеса. Это настоящая эпидемия!

И что удивительно, разрушению подвергается та часть нашего организма, которая, казалось бы, весьма устойчива к внешним воздействиям. Твердость наружного слоя зубной эмали по шкале Виккерса достигает 400 единиц, это самая твердая ткань человеческого тела, приближающаяся по твердости к кварцу.

Зубная эмаль лишь на четыре процента (по весу) состоит из органических веществ, в ней, кроме того, 3 процента воды. Остальные 93 процента — неорганическое вещество, в основном гидроксиапатит, фосфорнокислый кальций, формула его  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . В кристаллическую решетку этого соединения места могут внедряться посторонние ионы, такие, как фторид или карбонат. Несмотря на его большую твердость, у него есть существенный недостаток: оно не является кислотоупорным.

Хотя в наше питание, как правило, и не входят сильные кислоты, но если не заботиться о гигиене полости рта, кислота на зубах появляется и разъедает их. Ее образуют сравнительно крупные, плотно прилеившиеся к эмали бактериальные налеты на неухоженных зубах — кариозные бляшки. Для этого необходим еще один компонент — сахар, пригодные для сбраживания.

Интенсивные исследования позволили узнать, как и почему идет этот процесс об-

разования кислот и как его можно предотвратить.

Ротовая полость человека — идеальная жизненная среда для бактерий. Здесь тепло и сыро, слюна поддерживает постоянство химических условий среды, регулярно поступает богатая витаминами пища. Ведь всякий раз, когда мы принимаем пищу, одновременно мы подкармливаем и свои бактерии.

Но даже если сесть на долгосрочную голодную диету, непрошенные нахлебники не пострадают. При несоблюдении гигиены полости рта бактериальные налеты на зубах продолжают увеличиваться даже в случае воздержания от пищи. Чтобы продолжать жизнь и размножаться, бактерии используют в этом случае отшелушивающиеся со слизистой оболочки отдельные клетки и слюну, в которой содержатся гликопротеиды (соединения белков с сахарами) и полисахариды (полимеризованные сахара).

И даже на зубах, почищенных по всем правилам современной стоматологии, остаются местечки для бактерий, где они могут пережить тяжелое время, а потом продолжать вредить человеку. Это «карманы» в тех местах, где зуб соприкасается с десной, щелки между зубами и участки, уже разведенные кариесом.

Именно благодаря этим оптимальным экологическим условиям ни на одном другом участке внутри или на поверхности нашего организма нет такой пестрой компании самых разных бактерий, какая собирается в ротовой полости. Здесь живут, во-первых, аэробные микроорганизмы (нуждающиеся в кислороде): стрептококки, микрококки, стафилококки, а также ноккардии, нейссерии, коринебактерии, гемофилы.

В застарелых бактериальных налетах преобладают гнездящиеся исключительно в их толще анаэробные, живущие без кислорода, микроорганизмы: актиномицеты, спирохеты, вейллонеллы, фузобактерии, лептотрихии... Кроме плесневых грибов, находят и дрожжевой грибок, вызывающий кандидиоз (молочницу) полости рта.

В этих джунглях микроскопической флоры живет и своя фауна — жгутиковые простейшие (трихомонады) и амёбы. Такие амёбы живут во рту у 50—75 процентов





всего взрослого населения. Микроорганизмы составляют более половины общего объема зубного налета. На грамм налета приходится около 300 миллиардов живых существ. В слюне их все же меньше: около 900 миллионов особей на миллилитр.

На некоторых предрасположенных к этому участках зубов собираются особенно большие массы кариозных бляшек. Это такие участки, где естественное самоочищение зубов при жевании твердой пищи затруднено. Там в основном собираются

Поверхность зуба под электронным сканирующим микроскопом. В извилистых «оврагах» могут долго задерживаться остатки пищи, на которых размножаются микробы, вызывающие кариес.

остатки пищи. Это промежутки между зубами, шейки зубов непосредственно у самой десны, а также ямки и щели в рельефе зубной эмали.



Это и есть участки, подверженные кариесу в первую очередь. Даже после самой основательной чистки зубов уже через несколько минут можно обнаружить на них первые новые осадки, состоящие из гликопротеидов слюны. Этот тонкий первичный слой создает условия для расселения на зубе и первых бактерий, пока еще отдельных.

Теперь бактерии должны приклеиться к эмали. Здесь решающую роль играют гигантские молекулы, содержащиеся в слюне и активируемые ионами кальция. Если процесс образования бляшки не будет остановлен на этом этапе, то есть если не почистить зубы, то поступающий в ротовую полость сахар значительно ускоряет прилипание бактерий к поверхности эмали. Дело в том, что отдельные молекулы сахара соединяются бактериями в процессе обмена веществ в декстраны — гигантские клейкие молекулы (родственные декстриновому клею, которым заклеивают конверты на почте), а это способствует росту бактериальной бляшки вширь и в глубину.

Сначала возникают лишь отдельные колонии, бактериальные «клубы». Через не-

сколько часов они уже превратились в сплошной «газон». Остатки пищи и отшелушившиеся от слизистой оболочки рта клетки приклеиваются к этому все утолщающемуся слою, включаются в него и используются бактериями в пищу.

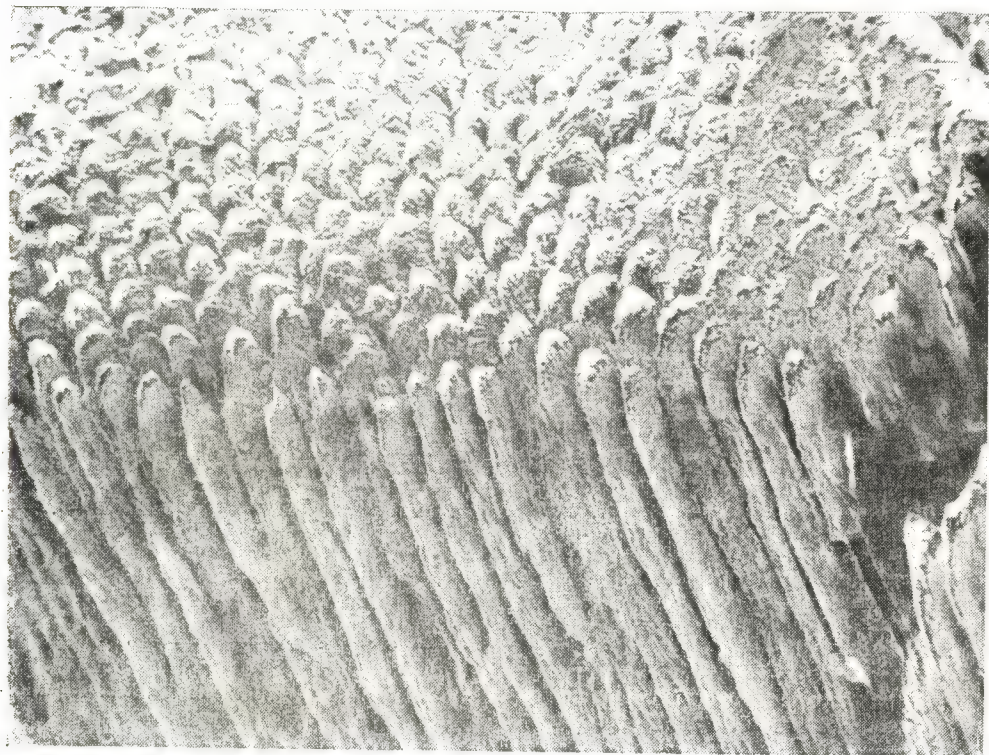
Бактериальный газон переваривает и отмершие бактерии, а также вышедшие из десен белые кровяные тельца, растворяя их с помощью специальных ферментов (гидролизуют). Продукты гидролиза — новые питательные вещества для живых бактерий бляшки.

В процессе созревания карнозной бляшки в ней происходит глухая, но ожесточенная борьба между бактериями, которым кислород нужен, и теми, для которых кислород — яд. В конце концов анаэробы в столкновении побеждают и размножаются за счет аэробов. В результате внутри бляшки, по направлению вглубь, к зубу, резко падает содержание кислорода. Всего в 0,3 миллиметра под поверхность бляшки оно падает до нуля.

Если бляшку не удаляют в течение нескольких дней, области десны, непосредственно прилегающие к зубу, воспаляются. Впрочем, воспаление, так называемый гингивит, после основательной чистки зубов быстро спадает. Но тот ущерб, который уже принесен за это время зубам, излечить невозможно: бактерии бляшки успели превратить сахар, попавший в ротовую полость, в кислоты.

Мы не можем назвать какой-то один вид бактерий, который целиком был бы ответ-

Эта «щетка» — на самом деле гладкая поверхность эмали при увеличении в 350 раз под электронным сканирующим микроскопом. Отдельные «щетинки» — призмы зубной эмали, состоящие из гидроксиапатита. Кислоты, производимые бляшкой, разъедают кристаллическую решетку призм и вымывают из нее ионы кальция, оставляя отверстие — эмали.





ствен за вынос минеральных веществ из зуба. Но сегодня известно, что среди сильнейших кислотообразователей — некоторые виды стрептококков. Среди кокков этого рода печальную известность самого сильного агента кариеса заслужил стрептококк изменчивый. Но в целом в образовании кариеса более повинно все сообщество живущих в бляшке бактерий, нежели какой-либо отдельный их штамм.

Скорость выработки кислот весьма зависит от того, какой сахар потребляется. Низкомолекулярные сахара, например, сахароза (обычный сахар), легко проникают в толщу бляшки. Если человек ест мало сахара, то он расщепляется на фруктозу и глюкозу — из каждой его молекулы выходит одна молекула фруктозы и одна глюкозы.

Из этих молекул при спиртовом брожении в результате переноса фосфатной группы получается сначала пировиноградная кислота. А из нее молочная кислота. И та и другая — сильные органические кислоты. Вымывание из зубной эмали ионов кальция — в значительной мере их работа.

Кроме того, бактерии кариозной бляшки в процессе обмена веществ, в ходе так называемого цикла лимонной кислоты превращают пировиноградную кислоту в другие, очень кислые дикарбоновые кислоты. В вызываемом ими дальнейшем разрушении зуба особенно большую роль играет, видимо, янтарная кислота.

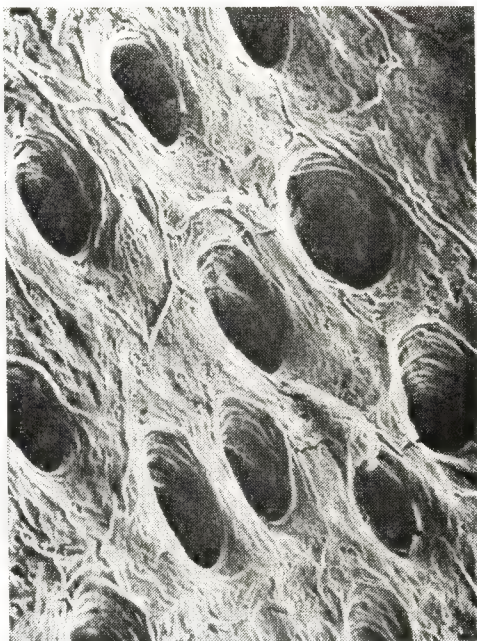
Если же человек ест много сахара, то, кроме образования кислот, в бляшке идет полимеризация составных частей сахара — глюкозы и фруктозы. Это значит, что внутри и вне бактерий молекулы глюкозы соединяются в так называемые декстраны, а молекулы фруктозы — в леваны.

Эти полисахариды служат бактериям аккумуляторами энергии, как, например, гликоген в печени служит энергетической кладовой для организма человека. Если настанет нехватка пищи, эти запасы будут использованы в дело.

Такая стратегия значительно увеличивает шансы бактерий на выживание в голодные времена. К тому же эти клейкие декстраны и леваны очень нужны бактериям для приклеивания к поверхности зуба и для скрепления их в плотный слой бляшки. Без этого «цемента» бляшка не держалась бы так прочно на эмали — ведь ее нельзя смыть даже жесткими струями стоматологического душа.

Другие важные для питания человека полисахариды, например, крахмал картофеля или хлеба, в возникновении кариеса играют лишь второстепенную роль. Бактерии могут разложить крахмал на отдельные блоки — молекулы глюкозы, но по сравнению с быстрой переработкой сахара это гораздо более затяжной процесс.

Белки тоже могут участвовать в производстве кислот. При этом белок сначала разлагается на отдельные аминокислоты, а они затем внутри бляшки подвергаются



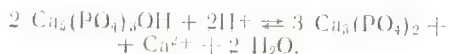
Снимок, сделанный с помощью электронного сканирующего микроскопа, показывает дентин, протравленный молочной кислотой. В каналах проходят нервоподобные волокна и пульпа зуба. Эти волокна Томса и дают тянущую боль, когда эмаль повреждена кариесом и дентин обнажен.

Так при увеличении в 10 000 раз выглядит содержимое кариозной полости. Плотные джунгли из палочковидных бактерий и шаровидных кокков. Кокки часто собраны в гроздь — такая гроздь видна в левом верхнем углу.



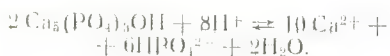
химическому превращению — окислительному дезаминированию.

Как только химическая фабрика в блиншке превратила поступивший сахар в органические кислоты, начинается разрушение зуба. Водородные ионы кислот реагируют на поверхности эмали с гидрооксипатитом. При этом идет обмен ионами. Растворение зубной эмали в первом приближении можно описать таким уравнением:



Итак, одна десятая встроившихся в зубную эмаль атомов кальция теперь в форме ионов перешла в раствор.

Эта реакция идет при сравнительно небольших количествах кислоты. Если же концентрация кислоты повысится в четыре раза, происходят прямо-таки трагические события:



Восемь частей кислоты полностью растворяют две части твердого вещества зуба. Но чаще всего зубная эмаль этими реакциями деминерализуется довольно медленно, так как плотный слой бляшки затрудняет диффузию кислот.

Если и на этой стадии не удалить бактериальный налет, то при условии частого поступления сахара на поверхности эмали появляются сначала так называемые первичные поражения. Это белые пятнышки, более светлые, чем остальные части зуба, почти прозрачные.

Если положить свежесвлеченный зуб в слабую кислоту, то через некоторое время такой вид приобретет вся поверхность эмали. На этой стадии после удаления бляшки дело еще можно поправить, пойдет процесс реминерализации (обратного проникновения минеральных веществ). Вымывшие из вещества зуба ионы кальция и фосфора опять внедрятся в кристаллическое вещество.

Вот почему для поддержания здоровья зубов слюна — «сердце совсем особого рода» (как сказал гетевский Мефистофель о крови): содержащиеся в слюне ионы кальция и фосфатные ионы приводят к обратным реакциям (заметьте, стрелки в уравнениях направлены в обе стороны). Эти ионы снова встраиваются в кристаллическую решетку призм эмали. Растворенные в слюне ионы находятся в постоянном динамическом равновесии с ионами, прочно связанными в кристаллической решетке эмали. Сколько ионов войдет в эмаль из слюны, столько же выходит других таких же в слюну. Поэтому иногда говорят, что слюна — «жидкая фаза гидрооксипатита».

При внедрении ионов из слюны в эмаль образуются водородные ионы, которые могли бы повредить эмаль. Но слюна действует как буферный раствор и нейтрализует их. Конечно, она не может оказать это благотворное действие, если бляшка не

удалена. Слюна тогда не доходит до поверхности зуба, и реминерализация поврежденной эмали идти не может.

Если первичное поражение не залечено, вред, нанесенный эмали кислотой, больше устранить нельзя. Теперь защитный барьер прорван. Бактерии проникают под эмаль, к границе эмали с дентином, и зубная щетка им больше не страшна. Дентин — это лежащее под эмалью несколько менее твердое вещество с меньшим содержанием минералов (63 процента), гораздо слабее сопротивляющееся нападению кислот, чем эмаль.

Но и на этой стадии весь зуб еще не потерян. В пульпе зуба расположены клетки, вырабатывающие дентин, — одонтобласты. Продукты обмена веществ бактерий побуждают их к лихорадочной деятельности, они начинают вырабатывать новый, так называемый вторичный дентин. Этот спешно возводимый барьер против вторгшихся бактерий часто имеет неравномерную структуру и окрашен в коричневый цвет. Начавшаяся гонка между кислотным растворением и строительством нового дентина заканчивается чаще всего в пользу зуба.

На этой стадии, как правило, повреждение можно уже нацупать языком. Человек замечает: в зубе дырка. Если в такое отверстие попадает сахар, поступивший с пищей, в тончайших каналах, идущих через дентин, изменяется осмотическое давление. При этом раздражаются нервоподобные волокна внутри зуба, так называемые волокна Томса. Человек чувствует тянущую боль. Подобное же ощущение возникает, если на отверстие направлен поток воздуха, когда вы втягиваете воздух через зубы. Поток воздуха тоже изменяет состав жидкости, находящейся в каналах дентина.

Если и дальше откладывать давно назревший визит к зубному врачу — ведь эти кратковременные боли переносимы! — то кислотообразующие и пожирающие белок бактерии, расширяя отверстие, движутся в направлении пульпы. Их вторжение в пульпу вызывает ее инфекцию, в результате чего вся пульпа отмирает (мы говорим — «отмирает нерв»).

Здесь безразличные бактерии, процветающие в отсутствие кислорода, находят подходящую питательную среду для размножения. Выработанные ими продукты обмена веществ и токсины (бактериальные яды) могут попасть через отверстия в кончиках корня зуба в кровяное русло и разнестись по всему телу.

Последствия этого весьма неприятны: может воспалиться сердечная мышца, почки, могут возникнуть болезни ревматического характера.

Такая химико-бактериологическая теория возникновения кариеса сейчас считается наиболее доказанной экспериментально. Но есть и другие теории, которые обвиняют в образовании кариеса главным образом сам организм человека, его внутренние факторы.



Блестящее доказательство роли бактерий рта в возникновении кариеса — и тем самым доказательство химико-бактериологической теории — привел в 1954 году американский бактериолог Ф. Орленд. У животных, рожденных и выращенных в строго стерильных условиях, богатый сахаром рацион не смог вызвать кариес, а у животных, получавших такой же рацион, но рожденных и живших в обычных условиях кариес развился.

Когда в ротовую полость стерильных животных внесли стрептококк изменчивый, вызывающий кариес, очень скоро на зубной эмали можно было найти кариозные поражения.

Конечно, в развитие кариеса вносят свой вклад и некоторые важные внутренние факторы организма: если зубная эмаль плохо минерализована, ее подверженность кариесу выше. Некоторые дефекты прикуса мешают как следует почистить зубы.

Внешние факторы, такие, как слабая гигиена рта, кариозная микрофлора, нездоровая диета — пища, богатая сахаром и слишком мягкой, не нуждающаяся в разжевывании, играют значительно более важную роль. Конечно, в процессе образования отверстия особое значение имеет фактор времени: чем дольше кариозная бляшка остается на зубе, тем скорее образуются кариозные полости. У человека этот процесс занимает целые месяцы, иногда и годы.

Профессор Ф. Зауэрвайн из Боннского университета составил такое «уравнение кариеса»: сахар + бактерии + бляшка + время = кариес. Если в этой цепи не хватает хотя бы одного звена, кариес практически исключается.

Три основных мероприятия обеспечивают действительную профилактику кариеса. Первое, основное и в наши дни самым важным, — это регулярное и основательное устранение бактериальных обрастаний и остатков пищи.

Второе — следует значительно сократить потребление сахара вообще и в особенности бросить привычку в промежутках между приемами пищи забавляться сладостями.

Наконец, третье — там, где питьевая вода содержит мало фтора, необходимо принимать его соединения в подходящей форме — применять фторсодержащие зубные пасты, давать детям таблетки с фтором.

Сейчас во многих городах питьевую воду фторируют, и невозможно отрицать, что это приводит к сокращению заболеваемости зубов. Все же есть небольшие число противников фторирования воды. Они указывают, что передозировка фтора может временно вызвать повреждение костей и зубов. Но всюду, где питьевая вода в должной степени насыщается ионами фтора, частота кариеса сокращается на 50—60 процентов по сравнению с районами, где вода бедна фторидными солями.

В 1968 году по поручению американского правительства комиссия специалистов дала такое заключение по этому вопросу:

«Фтор встраивается в твердое вещество зуба и необходим для придания ему максимальной устойчивости против кариеса. Поэтому его следует считать важной составной частью питания».

Фторирование воды — надежный, экономичный и действенный способ сократить заболеваемость кариесом в тех местностях, где природные воды не содержат оптимального количества фтора.

Для борьбы с кариесом применяются как неорганические фториды — фторид натрия, натриймоофторфосфат, так и органические соединения. Это многоцелевое оружие. Оно повышает устойчивость зубной эмали к кислотам, ускоряет реминерализацию и тормозит усвоение сахара бактериями.

Ионы фтора по-разному, в зависимости от их местной концентрации, реагируют с гидрооксипатитом зубной эмали. Если их мало, они частично замещают ионы гидроксида в кристаллической решетке гидрооксипатита:



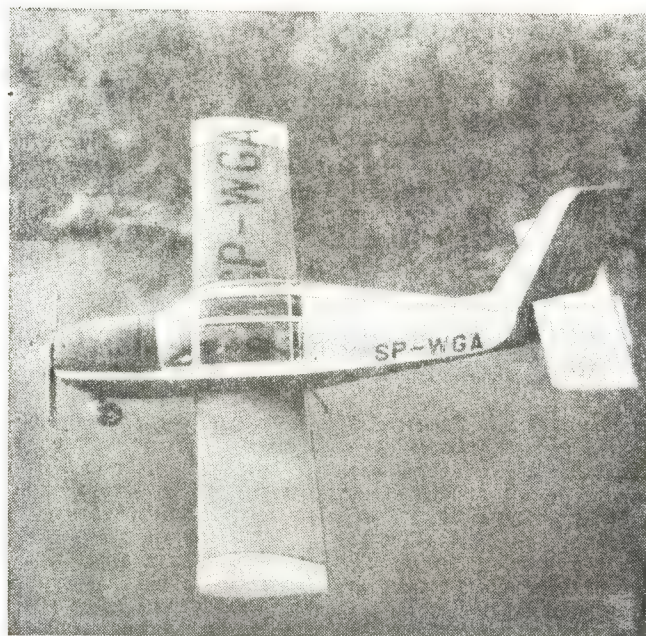
Если же фтора больше, сначала образуется не слишком прочный покрывный слой фторида кальция, который может служить долговременным резервуаром фтора для лежащих глубже слоев гидрооксипатита.

Повышенная по сравнению с гидрооксипатитом прочность фторпатита объясняется тем, что ионы фтора прочнее сидят в кристаллической решетке, чем ионы гидроксида ( $\text{OH}^-$ ). К тому же они мешают диффузии кислотных ионов водорода внутрь эмали, а ионов кальция и фосфата — наружу. Уже малые количества фторида значительно ускоряют процесс реминерализации — внедрения ионов кальция и фосфата из слюны в эмаль. При этом сначала образуется близкое к апатиту промежуточное соединение — октакальцийфосфат, а фтор сильно ускоряет его превращение в гидрооксипатит.

Растворенная соль фтора очень быстро диффундирует из ротовой полости в кариозную бляшку и попадает внутрь бактерий. Ионы фтора тормозят деятельность различных ферментов, разлагающих сахар, например, энзимов, а тем самым и производство кислот. Кроме того, фтор задерживает поглощение глюкозы бактериями и образование клейких декстранов. В результате слой бактерий утоньшается.

Таким образом, соединения фтора при правильном дозировании и надлежащем применении становятся необходимым средством профилактики кариеса. Это такая же неоспоримая истина, как известный среди стоматологов афоризм: «Чистый зуб не страдает кариесом».

Перевел с немецкого Ю. ФРОЛОВ  
(Из журнала «Бильд дер  
виссеншафт» (ФРГ) № 10, 1979).



## В ВОЗДУХЕ — «КОЛИБРИ»

Научно - производственный центр легких самолетов «ПЗЛ-Варшава» приступил к выпуску учебно-спортивного самолета «Колибри». Он пригоден не только для обучения пилотов и парашютистов, для спортивных состязаний, но и может использоваться как служебный или почтовый самолет. Масса «Колибри» — 530 килограммов, полезная нагрузка — 320 килограммов, двигатель мощностью 118 лошадиных сил (86,8 киловатта) позволяет развивать скорость до 195 километров в час.

«Обзор польской техники»  
№ 1, 1980.

## КАРТА ПОЕЗДКИ ВОКРУГ ТРУБЫ

Французское объединение «Экополь» создало передвижную лабораторию для измерения загрязнен-

ности воздуха. Оборудованное, размещенное в одном микроавтобусе, делает замеры и составляет карту загазованности. Пока микроавтобус объезжает заводскую трубу, приборы дистанционно определяют среднюю скорость движения дыма, направление его сноса, коэффициенты рассеивания, количество выбрасываемых окислов серы и углерода. В салоне машины установлены сканирующие локаторы, спектрометры, радиометры, насосы для забора воздуха, химические анализаторы. Цифровая информация обрабатывается ЭВМ, автоматическими графопостроителями и печатающими устройствами. На экране дисплея, когда завершен круг возле трубы, возникает карта загазованности. Ее можно тут же сфотографировать аппаратом типа «Поляронид», немедленно дающим готовый позитив.

В автобусе при необходимости можно разместить и другие приборы, измеряющие радиоактивность, температуру воздушных масс или силу шума. В этих случаях аппаратура также дает точные карты распределения этих явлений на местности, через которую проедет лаборатория.

Перспектив фирмы.

## ТЕПЛО МАРТЕНА — ЖИЛЫМ КВАРТАЛАМ

В городе Риза (ГДР) при строительстве нового жилого массива с 2600 квартир удалось отказаться от строительства теплоцентрали. Горячая вода идет в новые кварталы с расположенного неподалеку сталеплавильного комбината. Здесь газы, выходящие из мартеновских печей нагретыми до 600 градусов Цельсия, проходят на пути к дымовой трубе через три теплообменника высотой по 18 метров, отдавая свой жар воде.

«Neues Deutschland»  
19.4.1980.

## ЭНЕРГИИ МЕНЬШЕ, СВЕТА БОЛЬШЕ

Голландская фирма «Филипс» приступила к выпуску новых электролампочек марки «Си-эль», которые потребляют энергии на 70 процентов меньше, а служат в десять раз дольше лампы накаливания. Новая лампочка ввинчивается в обычный цоколь. Она представляет собой новый вариант люминесцентной лампы, но свет, испускаемый ею, имеет красновато-желтоватый оттенок, к которому все привыкли за сто лет применения лампочки накаливания.

Лампочки «Си-эль» выпускаются мощностью 13, 18 и 25 ватт, по яркости заменяют обычные лампочки на 40, 60 и 100 ватт соответственно.

«Newsweek»  
14.4.1980.



с одного негатива. Это открывало широкие возможности для фотокопирования. За границей с успехом издавались фотоснимки с картин, с памятников древности, с памятников романской, готической, арабской архитектуры. Лондонское архитектурно-фотографическое общество, например, получало такие снимки по переписке из разных мест.

Осенью 1860 года на очередной выставке Академии художеств в Петербурге, кроме картин, скульптуры, изделий из серебра и бронзы, появились фотографии, в частности большого размера фотографические портреты работы Г. И. Денъера. Экспозиция фотографии на выставке Академии художеств была новшеством. Многие не признавали фотографию за вид искусства. Если журнал «Иллюстрация», говоря об академической выставке, писал: «Фотография также нашла себе место в одной из зал Академии, да и почему же ей отказывать в праве на эту гражданскую почесть? Почему бы даже не преподавать ее в школе!..», то «Русский художественный листок» (сам неоднократно печатавший репродукции с фотопортретов) заканчивал обзор выставки словами: «Не можем умолчать о допущении на выставку фотографий. Несмотря на все их достоинства, едва ли можно ставить рядом с художественными произведениями результаты совокупного действия солнца, химических реагентов и аппарата».

Вслед за выставкой Академии художеств открылась выставка Общества любителей художеств в Москве. Перед ее открытием Московский университет получил из-за границы большую фотографическую коллекцию — снимки архитектуры Италии и Испании, миниатюр византийских рукописей, хранившихся в Турине и Париже, фотоконии с картин выдающихся художников.

В Петербурге фотограф Григорий Оже, имевший звание «неклассного художника», издатель первого в России фотографического журнала «Светопись», выпустил тет-

радь фоторепродукций с картин Федотова, Брюллова и Ал. Иванова. Там же барон К. К. Клодт, чье фотографическое ателье пользовалось хорошей репутацией, начал фотосъемку целой художественной галереи мецената Прянишникова.

Публикация отдельным изданием фотографии, сделанной с тропининского портрета Пушкина, стояла в ряду этих событий. «Издатель фотографии» — существовал такой термин — полагал по праву, что решает не только популяризаторские, но и художественные задачи. Издателем фотоконии тропининского портрета, как мы уже говорили, был сын М. А. Оболенского — Алексей.

Надо признать, что издание А. Оболенского отличалось художественным вкусом: ничего пышного, ничего лишнего. Коричневая обложка, украшенная тоненькой рамкой из типографского набора, титульный лист с такой же рамкой, фоторепродукция на просторном белом паспарту. Краткий пояснительный текст заканчивался словами: «Так как уже приняты меры к отчетливому выгравированию настоящего портрета А. С. Пушкина, то и владетель оригинала и издатель фотографии покорнейше просят не передавать сего изображения в новых снимках — полиטיפажах, литографиях, гравюрах и фотографиях. Князь Алексей Оболенский».

И все же фотокония, о которой идет речь, существовала не в единственном экземпляре.

В № 3 за 1861 год «Русский художественный листок» сообщал, что с портрета Тропинина были сняты фотоконии двух размеров и вместе с пояснительным текстом продавались в Москве, на Кузнецком мосту, большие по 3 руб. и меньшие по 1 руб.

Уже в 90-х годах прошлого века эти фоторепродукции были редкостью.

## ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

### Практическая стилистика

## «ИСПРАВЛЕННОМУ ВЕРИТЬ...»

Исправьте фразу: «Ответное письмо днями будет направлено по адресу Вашего местожительства».

Сколько ошибок вы нашли здесь? Какого типа эти ошибки — фразеологические, стилистические, лексические?

Мотивируйте ваши исправления и, если хотите проверить себя, обратитесь к заметке доктора филологических наук Л. Скворцова, напечатанной на стр. 110 этого номера журнала.

# К О Р Р О З И Я, ИЛИ ПОПРОСТУ РЖАВЧИНА

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

Химические превращения обычно протекают либо с выделением, либо с поглощением энергии. В первом случае запас энергии, находящийся в продуктах реакции, меньше, чем в исходных веществах, во втором — наоборот.

Чтобы количественно оценить такие изменения, вводится понятие свободной энергии. Считается, что убыль этой величины для реакции, проходящей при постоянной температуре и давлении, равна максимальной работе, которая может быть проведена за счет данной реакции. Отсюда вытекает, что реакции, для которых изменение свободной энергии отрицательно, идут с выделением энергии, то есть продукты обладают меньшим ее запасом, чем исходные реагенты. Такие реакции протекают самопроизвольно, подобно тому как самопроизвольно скатывается с горы камень.

Посмотрим, как изменяется свободная энергия в реакциях некоторых металлов с кислородом. В итоге этих взаимодействий образуются оксиды металлов. Вот изменения свободной энергии (в килокалориях на моль вещества), соответствующие образованию некоторых таких соединений при стандартных условиях (то есть при температуре 25°C и давлении 1 атмосфера):

CuO—	31
NiO—	51
ZnO—	76
SnO <sub>2</sub> —	124
MgO—	136
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —	177
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —	253
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —	378

Бросается в глаза, что все приведенные изменения свободной энергии отрицатель-

ны. Это значит, что окисел любого из перечисленных металлов устойчивее самого металла. Видно, что алюминий наиболее охотно образует оксид, а медь наименее склонна к такому превращению.

Вывод, который вытекает из проведенного нами термодинамического анализа, таков: все металлы (за исключением очень немногих, не упомянутых в нашей таблице) в свободном состоянии неустойчивы и в атмосфере, содержащей кислород, должны переходить в оксиды. Тем не менее все мы прекрасно знаем, что и стальные фермы мостов, и алюминиевые кружки, и медные провода, и оцинкованные крыши существуют, не превращаясь в груды окислов. Почему?

Свободный металл, находящийся в атмосфере кислорода, можно сравнить с камнем, поднятым высоко в горы. Запас энергии у такого камня велик, он стремится его уменьшить, то есть скатиться с горы. А камень, находящийся у подножия горы, — это уже оксид металла. Заметим, однако, что далеко не все камни, находящиеся высоко в горах, катятся вниз. Скажем, если камень находится в какой-то ложбине или в кратере вулкана, то он может пролежать там миллионы лет.

Нечто подобное наблюдается и в мире металлов. Часто их атомам необходимо сообщить какую-то дополнительную энергию, чтобы образовались окислы (подобно тому, как камень, лежащий в кратере вулкана, нуждается в толчке, чтобы перепрыгнуть через стенки кратера и скатиться вниз).

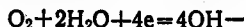
И все же чуть ли не четверть выплавленной в мире стали ежегодно теряется в результате процесса, называемого коррозией. Обычно этот термин обозначает самопроизвольное разрушение металлов вследствие их вза-

имодействия с окружающей средой. При этом металл не обязательно превращается в окисел. Среди продуктов коррозии — и гидроксиды, и хлориды, и соли других кислот. Однако в любом случае металл переходит в окисленное состояние.

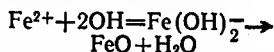
Провести опыт по коррозированию железа проще простого — оставьте кусочек железа во влажном месте, полейте его водой, и через несколько дней он покроется рыжим налетом оксида. В сухой атмосфере вам не удастся вызвать это превращение, не получите вы оксида железа и в очень влажной, но не содержащей кислорода атмосфере. Значит, для ржавления необходимы и вода и кислород. Железо при этом, отдавая два электрона, переходит в катион:



Освободившиеся электроны восстанавливают кислород, образуя гидроксид-анионы:



Катион железа реагирует с гидроксид-анионами, давая гидроксид, который, постепенно может терять воду, переходя в окись двухвалентного железа:



Гидроксид двухвалентного железа легко окисляется кислородом до  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , который также распадается на воду и оксид железа, уже трехвалентного. В результате всех этих процессов на поверхности металла возникает «слоеный пирог» из различных окислов (рис. на стр. 105 сверху).

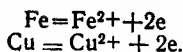
Мы сейчас рассмотрели простейший вариант коррозии — образование ржавчины под действием кислорода и воды. Однако очень распространена коррозия другого, несколько более сложного вида — электрохимическая. Дело в том, что многие металлические конструкции постоянно находятся в соприкосновении с электролитами, то есть растворами кислот, солей, оснований, содержащих различные ионы.

Чтобы объяснить суть электрохимической коррозии,



поговорим сначала о кристаллическом строении металлов. Как правило, их кристаллическая решетка состоит из ионов — атомов, лишившихся одного или нескольких электронов. Беглые электроны блуждают сквозь ионный остов, подобно тому, как частицы газа хаотически носятся в пространстве — оттого и говорят про электронный газ в кристалле металла.

Выпишем уравнения отрыва электронов от атомов железа и меди:



Поинтересуемся теперь, каково изменение свободной энергии для того и другого превращения. Для первого: минус 91 ккал/моль. Знак «минус» означает, что железо склонно отдавать электроны. Для второго: плюс 66 ккал/моль. Знак «плюс» говорит о том, что медь прочно удерживает свои электроны. А рассматривая оба уравнения совместно, можно заключить: если железо и медь находятся в контакте, то электроны от первого металла будут перетекать ко второму, причем энергии, освобождающейся при ионизации атома железа, вполне хватит на то, чтобы навязать их иону меди, превращая его в нейтральный атом. Заметим, что образование ионов  $\text{Fe}^{2+}$  — первый шаг в уже рассмотренном нами процессе окисления железа, а поставляемые им электроны могут передаваться медью для «производства» гидроксид-ионов из воды и растворенного в ней кислорода, что также происходит в рассмотренном нами окислительном процессе.

Впрочем, рассказ об этом хорошо бы проиллюстрировать опытом. Растворите в стакане воды щепотку поваренной соли, затем добавьте в раствор немного красной кровяной соли (продается в магазинах фототоваров) и несколько капель спиртового раствора фенолфталеина (его можно заменить раствором купленного в аптеке пургена в одеколоне). Теперь опустите в стакан связанные между собой желез-

ную и медную проволочки (лучше их перевить, чтобы было множество точек контакта). Через несколько минут вокруг медной проволочки появится малиновое окрашивание, вокруг железной — синее.

Разобраться в наблюдаемом явлении несложно. Железо переходит в раствор в виде ионов  $\text{Fe}^{2+}$ , которые дают с красной кровяной солью турбуленту синь. В это же время на медной проволоке идет восстановление кислорода с участием электронов, поставляемых по проволоке от железа. Образующиеся при этом гидроксид-ионы  $\text{OH}^-$  обнаруживаются фенолфталеином.

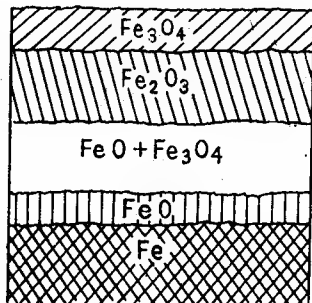
Теперь попробуйте провести тот же опыт, но только без медной проволоки, а, скажем, только с одним железным гвоздем. Процесс окисления железа идет гораздо медленнее.

Итак, железо под действием кислорода и в контакте с медью в растворе электролита быстро окисляется, то есть корродирует.

Читатель может спросить: зачем мы так подробно обсуждаем такой, казалось бы, редкий случай, когда железо попадает в раствор, будучи при этом в контакте с медью? Какое это имеет значение?

Ну, во-первых, случай, когда два контактирующих металла попадают в раствор соли или кислоты, не такой уж и редкий. Известен эпизод, когда подводную часть яхты одного миллионера решили сделать из медно-никелевого сплава и стали. Оказавшись в морской воде, эти детали начали растворяться, словно сахар в чае. А во-вторых, две перевитые между собой железная и медная проволочки — хорошая модель реального куска железа, содержащего на своей поверхности мириады микроскопических включений, работающих так же, как медь в нашем опыте. В таком случае схему коррождения железа, содержащего примесь, можно проиллюстрировать представленной справа схемой.

Именно таков механизм ржавления железных изделий в сырой атмосфере, в которой (особенно в наше

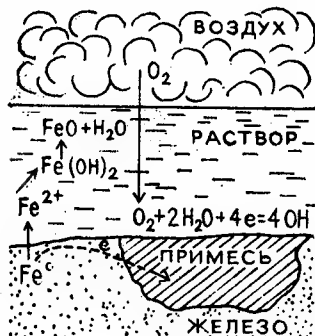


время) содержится большое количество разных окислов, дающих с водой кислоты.

Убытки, причиняемые коррозией, огромны. Как же можно бороться с нею?

Самый простой способ борьбы подсказывает сама природа. Поверхность металла можно покрыть пленкой окисла этого же металла. Пленка может быть очень тонкой, почти незаметной, но при этом хорошо защищать металл от дальнейшего окисления. Хороший пример здесь — алюминий. Он быстро покрывается слоем оксида, термодинамически весьма стабильного. Сквозь этот плотный слой кислород не может проникнуть в толщу металла, чтобы окислить его.

На железе оградительную окисную пленку можно создать прокаливанием. Возьмите железный гвоздь и подержите в пламени газовой горелки примерно одну минуту, пока гвоздь не приобретет желтоватый цвет. Потом возьмите несколько других гвоздей и прокалите их в пламени горелки — один гвоздь две минуты, второй — три, третий — пять. После прокалывания гвозди приобретают соответ-



ственно красную, синюю и серо-зеленую окраску. В зависимости от времени термообработки увеличивается толщина (и цвет) защитной пленки окислов железа.

Надо сказать, что пленка окислов не очень-то эффективна для защиты железа от коррозии. В основном здесь работает непосредственно прилегающий к поверхности металла слой  $\text{FeO}$  (см. рис. на стр. 105 вверху), другие слои более рыхлые и поэтому легко пропускают кислород, воду и растворы электролитов.

Нанести на поверхность железа защитную пленку можно и другим способом — обработав ее концентрированной серной или азотной кислотой. Очистите наждачной бумагой два гвоздя и один из них поместите на несколько минут в концентрированную азотную кислоту. Промойте оба гвоздя водой и опустите их в стакан с разбавленной серной кислотой. Вы увидите, что гвоздь, побывавший в азотной кислоте, не будет реагировать с серной кислотой, в то время как необработанный гвоздь энергично выделяет из нее пузырьки водорода. Стоит заметить, что степень окисления железа азотной кислотой весьма непростым образом зависит от

концентрации кислоты и достигает максимума, когда концентрация примерно 40-процентная.

Теперь проведите химическое окислирование железа или стали. Для этого в стакане воды растворите примерно 150 граммов едкого натра (осторожно — это весьма агрессивное вещество!), 10 граммов азотнокислого натрия и 40 граммов азотистокислого натрия. Раствор нагрейте до кипения в металлической кастрюле (будьте очень осторожны!) и примерно на полчаса опустите в него очищенный железный предмет. После промывки водой железо приобретет сине-черный цвет.

Чтобы получить красно-коричневый цвет, растворите в стакане воды около 5 граммов хлорного железа и нанесите этот раствор дважды с промежутком в несколько часов на железный предмет. Образующийся налет протрите железной щеткой и еще раз нанесите раствор.

Черно-коричневый цвет можно получить так. Нагрейте железный предмет в кипящей воде и опустите ненадолго в раствор бихромата калия в воде (20 граммов соли на стакан воды), высушите предмет на воздухе и подержите 1—2 мину-

ты над газовой горелкой. Повторяя эту процедуру несколько раз, вы получите коричнево-черную или чисто черную окраску.

Можно наносить на легко окисляющиеся металлы не окисные пленки, а слои других, труднее корродирующих металлов. Широко распространены покрытия из никеля, хрома, олова; с точки зрения химика, ту же роль выполняют серебряное и золотое покрытия. Покрывать металлы можно и неметаллическими составами — красками, лаками, смолами, цементами. Часто поверхность железа фосфатируют, то есть покрывают слоем не растворимого в воде фосфата железа.

Есть и такой остроумный способ защиты от коррозии. Вспомните: электрохимическая коррозия железа сопровождается переносом электронов от железа, в результате чего железо растворяется, в раствор переходят ионы  $\text{Fe}^{2+}$ . Если подключить к этой системе еще один металл, более активный, чем железо, например, цинк, то электроны будет поставлять именно цинк и именно он будет растворяться, сохраняя железо. Вот почему оцинкованное железо трудно поддается коррозии.

## ХИМИЧЕСКОЕ ОКРАШИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

Перепечатаваем из старинных журналов некоторые рецепты окрашивания металлов. Предупреждаем тех, кто пожелает воспользоваться этими рецептами: при работе с такими едкими и ядовитыми веществами, как азотная и серная кислоты, едкий натр, медный купорос, хлорная сурьма, необходимо соблюдать предельную осторожность!

Приводим современные названия веществ в приводимых рецептах: сурьмяное масло — треххлористая сурьма; серноватисто-натровая соль — серноватистокислый натрий; свинцовый сахар — уксуснокислый свинец; углекислая окись меди (она же углемедная соль) — основной карбонат меди; молочный сахар — лактоза; уксусномедная соль (она же ярь-медянка) — основная уксуснокислая медь; виннокаменная-медная соль — медное производное виннокаменной кислоты.

Придание железу каштаново-бурого цвета. Наливают 16 капель азотной кислоты в фарфоровый сосуд, нагревают последний, прибавляют 32 капли сурьмя-

ного масла, затем 16 капель тонкого оливкового и кипятят до полного соединения масла с остальными веществами. Подогретые и предельно очищенные же-

лезные предметы покрываются этой протравой, оставляются на 12 часов, обтираются щеткою, снова подогрываются, покрываются протравой и снова протравляются еще раз 12 часов. Такую операцию повторяют в третий раз, после чего обмакивают шерстяную тряпку в костяное масло и натирают предметы до получения ими желаемого блеска. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 2).

Блестящая чернь на железе получается нанесением при помощи волосной кисточки кипяченого раствора серы в скипидаре. По испарении последнего остается тонкий слой серы, который соединяется с металлом самым тесным образом при нагревании на газовой горелке. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 20).



Чернение меди. Приготовляют насыщенный раствор сернокислой меди и прибавляют к нему столько нашатырного спирта, чтобы смесь приняла прекрасный яркий прозрачный синий цвет. Обрабатываемая вещь опускается в этот раствор на несколько минут, затем вынимается и слегка нагревается, пока не почернеет. Более прочное чернение получается, если медную вещь погрузить в насыщенный раствор металлической меди в азотной кислоте и затем слегка нагреть. Иначе: готовят насыщенный раствор сернокислой меди и прибавляют столько углекислой соды, чтобы образовался осадок углекислой меди. Жидкость с этого осадка сливают, самый осадок промывают и растворяют в нашатырном спирте. В остальном поступают, как в первом рецепте чернения меди. Для чернения медная вещь может быть также опущена в раствор хлорного железа (одна часть по весу на одну часть воды). («Журнал новейших открытий и изобретений», 1899, № 10).

Окрашивание латуни в разные цвета. Бурый цвет получается погружением латунных предметов в раствор хлорного железа после предварительного протравливания в разведенной серной кислоте, очищения песком и водю и высушивания. Крепость раствора определяет оттенок. Фиолетовый достигается погружением в раствор хлорной сурьмы; шоколадно - бурый — обжиганием металла с влажною красною окисью железа и последующей полировкой небольшим количеством свинцового блеска. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 10).

Окрашивание латуни в синий цвет. В одной чашке растворяют в полуведре дистиллированной воды 600 граммов серноватисто-натровой соли, а в другом немного большем таком же сосуде — 200 граммов свинцового сахара также в полуведре воды. Первый раствор смешивают со вторым и нагревают смесь до 94—96°C. После этого кладут в

нее чисто отполированные предметы и равномерно нагревают в песчаной бане в течение 4 минут. При достижении желаемого оттенка вынимают предметы и тщательно прополаскивают водою. Другой способ, — особенности пригодный для тонких предметов, состоит в погружении в раствор 50 частей хлорного железа и 50 частей желтой кровяной соли, после чего предметы покрываются бесцветным лаком. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 23).

Окрашивание латуни в черный цвет. Смешивают вместе 180 граммов углекислой окиси меди, 400 граммов нашатырного спирта и 400 граммов воды. В эту смесь погружают предварительно очищенные латунные предметы, почаще быстро вынимают их для наблюдения, затем ополаскивают водою и высушивают в опилках; такой процесс повторяется еще два раза. В заключение слабо натирают небольшим количеством льняного масла. («Иллюстрированный технический обзор», 1882, № 23).

Гладко выточенные или отполированные латунные вещи можно покрывать великолепным золотисто-желтым, оранжевым или карминовым — красным слоем окиси, опуская их в смесь из 5 частей едкого натра, 50 частей воды и 10 частей влажной углемедной соли (углекислой окиси меди). Оттенки появляются в несколько минут, и весьма легко наблюдать за их развитием. При появлении желаемого тона вынимают латунную вещь, промывают хорошенько водою и высушивают в мелких опилках. («Иллюстрированный технический обзор», 1882, № 21).

Латунным предметам можно придать золотисто - желтый цвет посредством жидкости, которая готовится кипячением в продолжение 15 минут 4 частей едкого натра и 4 частей молочного сахара со 100 частями воды и прибавлением 4 частей концентрированного раствора медного купороса при непрерывном раз-

мешивании. Полученную жидкость охлаждают и кладут в нее предварительно очищенные предметы, принимающие вследствие этого золотистый цвет. При более продолжительном лежании в таком растворе предметы принимают сначала голубоватый, а потом радужный цвет. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 14).

Окрашивание цинковых поверхностей. Совершенно чистый и не содержащий свинца металл натирается песком и соляною кислотою, промывается, высушивается пропускною бумагою и затем погружается в раствор, состоящий из 3 частей виннокислого - медной соли, 4 частей едкого натра и 48 частей дистиллированной воды при температуре около 10°C. Смотря по продолжительности погружения, окрашивание различно: так, например, в две минуты происходит фиолетовое, в три — темно-синее, в четыре с половиною — золотистое - желтое и в восемь с половиною — пурпурово - красное. По достижении желаемого оттенка хорошо промывают цинк водою и для лучшего сохранения покрывают лаком. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 22).

Окраска металлических резервуаров. Рекомендуются следующий рецепт окраски, которая не только предохраняет от ржавчины, но и противостоит многим кислотам. Смешивается сернокислый барит, обращенный в порошок, с белками куриных яиц, пока не образуется кашица, которою и производится окраска. Поверхность окрашиваемых сосудов предварительно обливается раствором соды. Первый слой окраски сушат, нагревая сосуд, и когда краска совершенно суха, то покрывают ее вторым слоем и также сушат нагреванием сосуда. Затем окрашенная поверхность обливается кипятком, потом еще раз прокрашивается одними белками, которые по высушивании также обливаются кипятком. («Популярный техник», 1902, № 3).

# ОТ «КРЕСТИКОВ-НОЛИКОВ» — К ШАШКАМ РЭНДЗЮ

В. САПРОНОВ.

«Наша гимназия проиграла вашим на чемпионате мира. Скоро ли черед шашек рэндзю?» Пришедший в конверте из Киото вместе с очередными ходами мастера 8-го дана Косио Хаякавы этот вопрос мало походил на шутку. А всего три года назад его нельзя было воспринять иначе. Письмо заставило предаться воспоминаниям.

Гулко и почти неразборчиво разносились под сводами вокзала Киото объявления диктора. Прибывали и отправлялись по своим маршрутам голубые электрички. Одна из них через несколько минут направится в Осаку, где автор этих строк работал тогда в пресс-центре выставки «60 лет Советского государства». В древнюю японскую столицу меня пригласил к себе руководитель киотского отделения федерации шашек рэндзю Японии, в то время серебряный призер национального чемпионата К. Хаякава. Позади поездка по улицам города с зелеными звонкими трамваями в потоках автомашин, старинными дворцами и храмами среди ультрасовременных отелей и контор, длинная, напряженная, но закономерно неудачная партия со вторым игроком страны, интервью газете «Киото симбун», вспышки блицламп

фоторепортеров. Интерес к первому, пусть еще несерьезному зарубежному сопернику в моем лице был весьма велик.

В уютном домике г-на Хаякавы, на циночках за низеньким столиком мы обсуждали перспективы игры вне Японии. Будут ли в СССР достойные противники, хотел знать знаменитый мастер. Я заверил, что таковые непременно появятся.

Японцы считаются родоначальниками шашек рэндзю, хотя появились они не на их островах, а в континентальной части Восточной Азии. Это случилось более четырех тысячелетий назад. Впрочем, есть сведения, что игру знали инки доколумбовой Америки. Однако именно в Японии были разработаны современные правила, опубликованы книги по теории и стали проводиться официальные соревнования. Рэндзю переводится с японского как «нитка жемчуга». Очевидно, те, кто давал название, считали, что выстроенный из пяти шашек ряд, приводящий игрока к победе, действительно стоил пяти жемчужин. Под именем «5 в ряд» в XX веке игра стала известна практически во всех странах. Правда, кое-где, в том числе и в Советском Союзе, употребляется

и менее уважаемое — «крестики-нолики» на бесконечном поле.

Многих рэндзю притягивает иллюзорной простотой. Научиться играть и вправду легче, чем во что-либо. Но ваш класс растет, а непознанного становится все больше. Эти шашки не перемещаются по доске и не бьют друг друга, и тем не менее по динамизму и обилию захватывающих комбинаций они не уступят никакой другой игре.

Вначале доска, образованная 15 вертикальными и 15 горизонтальными линиями, совершенно пуста. Затем в центре, обозначенном жирной черной точкой, появляется черная шашка. Теперь слово за белыми. Соперники ставят по очереди своих «солдат» на свободные пересечения линий, пока кто-нибудь не выстроит 5 из них в непрерывный ряд, безразлично в каком направлении: по вертикали, горизонтали или диагонали. В этом и заключается сходство с древнейшим вариантом игры, который все же выжил под названием «крестики-нолики» на бесконечном поле.

Белым, как слабой стороне, разрешается выигрывать длинным рядом из 6 и более шашек, запрещенным для черных даже в качестве средства защиты. При нарушении, как это происходит в пункте А на диаграмме 1, черным засчитывается поражение за фол (нарушение правил).

Рассмотрим теперь изображенные там же другие построения. «Пятёрки» возникают из шахов — «четверок», чаще всего открытых с обеих сторон, ходами Б. Таковые образуются из полушахов — «троек» двух видов: сплошных (В) и с интервалом (Г). Ясно, что и шах и полушах легко закрыть. Другое дело, когда игрок одним ходом делает две либо несколько «четверок», «троек» или и тех и других. Такие ходы называют вилками. Черным из них разрешена лишь одна — 4—3, то есть шах-полушах (Д). Все прочие: 4—4 (Е), 3—3 (Ж), 4—4—3 (З), 4—3—3... — как добровольные, так и вынужденные ма-

Диаграмма 1

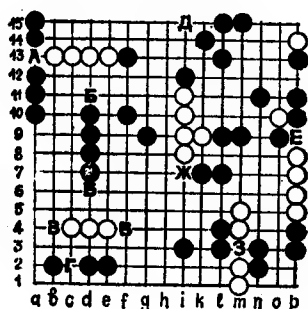
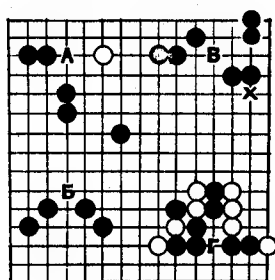


Диаграмма 2





# ЛЕЧИТЬ ИЛИ НЕ ЛЕЧИТЬ?

С интересом слежу за биологическими очерками доктора медицинских наук В. Дильмана, рассказывающими о сложных процессах развития и старения организма. Однако очень хотелось бы знать, насколько сам человек, без вмешательства науки, может противодействовать старению.

А. ВЛАСТОВА (г. Киев).

Доктор медицинских наук В. ДИЛЬМАН (г. Ленинград).

Лечить... или не лечить? Да и можно ли вообще лечить старость? Разве старость, которая наступает всегда, не ошибочно называть болезнью, то есть тем, что необходимо и возможно исправлять лечением? Другое дело, рассуждают многие, лечение болезней, связанных со старением. Но в том-то и дело, что болезни старения сцеплены с механизмом старения и что, только влияя на этот механизм, можно глубоко проникнуть в русло болезней, порождаемых биологическими закономерностями. Об этом и шла речь в предыдущих беседах («Наука и жизнь» № 11, 1979 и № 2, 3, 6 и 9, 1980). Но если противодействие старению возможно, то на что же именно нужно воздействовать, имеется ли теоретическая возможность открыть необходимые для этого средства?

Чтобы ответить на вопрос, следует сначала рассказать о наиболее обоснованных способах, которые уже сегодня каждый может использовать в борьбе с преждевременным старением. Сделать это тем более необходимо, что время от времени появляются максималисты, которые проповедуют крайности: запрещают есть то животные белки, то животный жир, то углеводы, то растительный жир, то призывают к «нулевой диете», то есть голоданию, то видят избавление от тягот болезней старения в высокой физической активности, а то в покое духа или психическом расслаблении.

Эти адепты крайностей обычно переживают два пика популярности: вначале из-за крайности своих рекомендаций, а затем из-за вреда, приносимого этими крайностями. Странно, но обычно забывается, что ни один из плашатаев новой моды не вносит чего-либо нового, кроме пыла своей убежденности. Да и как можно познать истину, не ведя систематических наблюдений, не обобщая этих наблюдений, забывая обо всем остальном, кроме собственных рекомендаций? Все это сродни суевериям и предрассудкам.

Итак, что в наиболее общей форме можно сказать о гигиене питания, физической и духовной активности?

Если с пищей поступает избыток животного белка (а значит, холестерина), то ускоряется развитие атеросклероза и некото-

рых видов опухолей, например, рака кишечника и молочной железы. Избыток в пище так называемого насыщенного (животного) жира способствует возникновению атеросклероза, а избыток растительного (ненасыщенного) жира — снижению иммунитета (метаболической иммунодепрессии), что, в свою очередь, способствует развитию и атеросклероза и рака (см. «Наука и жизнь» № 3 и 6, 1980). Но если все это исключено из рациона, а имеется лишь избыток углеводов, то разовьется ожирение — болезнь болезней, с которой связаны и сахарный диабет тучных, и метаболическая иммунодепрессия, и атеросклероз, и рак. Наконец, если вообще излишне ограничивать себя в пище, особенно в белке, то возникнет психическая депрессия, которая также способствует развитию болезней старения.

Как видите, всю энергетическую базу питания составляют углеводы, белки и жиры — насыщенные и ненасыщенные, — то есть всего четыре компонента, и избыток любого из них опасен для здоровья (как, впрочем, и недостаток). Образно эту картину можно представить так: человек находится внутри квадрата. Каждая сторона этого квадрата служит источником, из которого свободно можно черпать углеводы, белки, насыщенные и ненасыщенные жиры. Но именно такая свобода ограничивает длительность жизни.

Может показаться, что в этом описании намеренно преувеличены опасности. Такое впечатление складывается потому, что человек в течение многих поколений в прошлом боролся именно с недостатком пищевых ресурсов. Эта проблема сохранила свое значение в ряде стран и сегодня. Но постепенно в развитых странах не недостаток, а избыток пищи становится фактором, вызывающим преждевременное старение и сцепленные с ним болезни. Обратимся к объективному судье — экспериментам, проведенным известным иммунологом Робертом Гудом и его сотрудниками.

Определенные породы (линии) мышей страдают теми же болезнями, что и челове-

менный человек: раком, атеросклерозом, инфарктом миокарда, поражением почек и гипертонией, ожирением, сахарным диабетом, аутоиммунными болезнями, преждевременной атрофией тимуса и снижением иммунитета. Мыши этих линий, естественно, и живут меньше, чем обычно. Когда мышам таких линий ограничили содержание белка в диете, тяжесть аутоиммунных поражений у них уменьшилась. Ограничение калорийности питания при сбалансированной по составу диете оказало еще более хорошее действие: длительность жизни у этих животных возросла до нормальной.

Другие эксперименты показали, что и у долгоживущей породы мышей, то есть отличающейся повышенным «здоровьем», уменьшение пищевого рациона по сравнению с тем, который они себе сами свободно выбирали, увеличило продолжительность их жизни на 25 процентов.

Не исключено, таким образом, что и человек, находясь в пределах, ограниченных четырьмя доступными компонентами питания, сможет избежать многих зол или по крайней мере из многих зол выбрать наименьшее. Такая возможность действительно есть — она в умеренности, то есть в том соблюдении меры, которая еще в понимании древних греков являлась залогом здоровья тела и духа. Юный Пушкин в стихотворении 1815 года «Вода и вино» шутил: «Да будет проклят дерзновенный, кто первый грешною рукой, нечестием буйным ослепленный, о, страх! смешал вино с водой».

Но этот дерзновенный эллин был прав: он искал меру дозволенного. Сделаем это и мы, хотя сделать это теперь труднее, чем в древности, так как современная цивилизация создала новые продукты (например, сахар), а некоторые извечные продукты питания обесценила в глазах человека (одним из таких примеров являются простые овощи).

Эволюция человека как вида происходит бесконечно медленно, тогда как эволюция нашего питания несоразмерно быстро. В течение миллионов лет основной пищей человека была растительная пища. Но нельзя полностью вернуться к тому, что было: изменение образа жизни и ее темпа, изменение органов пищеварения, которое происходило в течение всего этого периода, требует, чтобы человек включал теперь в свой рацион и определенное количество животного белка и животного жира. Например, животный жир содержит витамин Д или исходное сырье для его образования в организме. Мы не можем также себе позволить съедать килограммы овощей, а затем, заснув, длительно переваривать их, чтобы добыть необходимое количество белка — основы нашего тела. Да и растительная пища (кроме разве сои) не содержит достаточного количества всех необходимых человеку аминокислот — строительных блоков белка. И вместе с тем растительная пища должна все-таки оставаться основой нашего рациона (кстати, грубая растительная пища, содержащая так называемые «непе-

ревариваемые волокна» — целлюлозу, уменьшает вероятность возникновения рака кишечника и замедляет скорость развития атеросклероза).

Все эти положения уже достаточно хорошо проверены, и, более того, на них основываются широкие профилактические рекомендации. Так, например, стало известно, что если уменьшить в диете содержание животных жиров, холестерина, сахара и поваренной соли за счет некоторого увеличения пищи, содержащей крахмал и так называемые растительные волокна (целлюлозу), то это приводит к снижению заболеваемости инфарктом миокарда, инсультом, гипертонией, сахарным диабетом и раком. Иначе говоря, уменьшается частота преждевременного развития этих болезней. Установлено также, что у тех групп населения, которые по различным соображениям стойко придерживаются такого рода сбалансированной диеты, продолжительность жизни на 8 лет выше, чем у остального населения. Может показаться, что этот выигрыш не столь уж велик, но это не так, ибо жизнь у лиц, оказавшихся в «выигрышной группе», в течение не восьми, а многих лет не обременена серьезными болезнями.

Вот как выглядит такая сбалансированная диета, содержащая примерно 2500 калорий: мясо (нежирное) или рыба — 150 г; творог (нежирный) — 200 г; молоко (кефир, простокваша) — 200 г; сыр (30%) — 25 г; хлеб черный — 200 г; хлеб белый — 100 г; масло сливочное — 10 г (или 25 г сметаны); маргарин — 15 г; масло растительное — 30 г; овощи (капуста, брюква, репа, морковь, свекла, огурцы, баклажаны, лук, петрушка, перец, редиска, помидоры, салат, тыква, кабачки) до 600 г; картофель — 200 г; фрукты и ягоды (яблоки, груши, абрикосы, сливы, земляника, клубника) — до 500 г; крупы (овсяная, геркулес, гречневая) — 30 г; сахар — 15 г.

Ядро такой диеты — низкое содержание холестерина (около 300 мг), ограничение насыщенных (твердых) жиров при некотором преобладании ненасыщенных (жидких) жиров и преобладание грубой пищи, содержащей достаточное количество различных волокон растительного происхождения.

Следует помнить, что пищу необходимо принимать 4, лучше даже 5 раз в день, так как организм способен «сжечь» сразу весьма небольшое количество энергетических веществ. Остальное откладывается в «запас». Поэтому ожирение может возникать у человека, который даже не позволяет себе особых излишеств в питании, но ест лишь один-два раза в день.

Теперь несколько соображений по поводу того, почему не может быть одной стандартной диеты для всех.

Стандартная диета построена на общих принципах, тогда как во многих случаях необходима диета индивидуальная как по составу, так и по калорийности — ведь каждый человек уникален по своим свойствам. Именно поэтому существуют многочисленные индивидуальные требования к диете. Если в крови особенно повышен уровень



холестерина, то необходимо еще более строго ограничить поступление холестерина, содержащегося в мясе, яйцах и животном жире; если повышен уровень триглицеридов, то необходимо дополнительно ограничить потребление углеводов, а если в крови много и холестерина и триглицеридов, то ограничить и холестерин и углеводы, но введя в диету растительный жир. Иначе говоря, каждый должен соблюдать такую диету, которая обеспечивала бы наибольшее приближение организма к тем показателям «идеальной» нормы, о которых речь шла в предыдущей беседе.

Что я под этим подразумеваю, когда столь часто говорю об ожирении как болезни болезней? В строгом понимании ожирение начинается тогда, когда количество жира увеличивается на 4,5—5 килограммов. Поэтому необходимо стремиться, чтобы вес тела оставался на всем протяжении жизни таким же, каким он установился (если, конечно, человек был здоров) в возрасте 20—25 лет. Это требование не чрезмерное. С возрастом уменьшается количество мышечной и костной ткани, поэтому если между 25 и 70 годами даже сохраняется один и тот же вес тела, то это означает, что содержание жира увеличилось примерно на 30%.

Именно поэтому необходимо не только идеальный вес тела, не только диета, но и определенная степень физической активности, которая замедляет процесс замещения мышечной ткани жировой. Высокая физическая активность, кроме того, способствует установлению благоприятного соотношения липопротеидов высокой плотности и липопротеидов низкой и очень низкой плотности.

Стандартная диета может быть недостаточно эффективной еще и потому, что она не учитывает ряд факторов, которые, к сожалению, пока не поняты до конца современной наукой. Вот примеры. Выбор индивидуальной диеты должен определяться не только с позиций, например, «идеальной» нормы, но и с позиций конституциональной и семейной предрасположенности к тем или иным болезням. Так, например, если известно, что в роду встречался рак молочной железы, то необходимо обращать внимание на предотвращение ожирения, причем для девочек (до полового созревания) важна еще и усиленная физическая нагрузка, приближающаяся к нагрузке балетного класса. Если кто-то из семьи болен раком желудочно-кишечного тракта, то в пище должно быть больше, чем обычно, грубых овощей и витаминов «А» и «С».

Сейчас вообще много данных в пользу увеличения профилактической дозы некоторых витаминов. Витамин «А» способствует восстановлению клеток, особенно желудочно-кишечного тракта и легких; витамин «Е» предохраняет клетки от повреждающего влияния продуктов распада жиров; витамин «С» обладает таким же действием, а также многими другими, включая противострессорное, уменьшает образование в железах химических канцерогенов из белков и некоторых азотсодержащих соединений

пищевых продуктов. А вот витамины В<sub>6</sub> и В<sub>3</sub>, например, увеличивают в мозгу содержание одного из основных передатчиков нервного сигнала — серотонина, тем самым улучшая настроение и обмен веществ.

Однако, повторяю, эти вопросы еще недостаточно разработаны, как, впрочем, не до конца понята роль многочисленных микроэлементов, в частности селена и цинка, с дефицитом которого в организме ряд исследователей связывают возрастное снижение активности иммунной системы.

Естественно, что все эти особенности не учитываются в стандартной диете. Поэтому периодически обнаруживаются парадоксы, которые приводят некоторых легковых исследователей в замешательство, заставляя их отказываться от добытых с таким трудом знаний о рациональной диете. Например, было установлено, что эскимосы, которые употребляют в пищу много мяса (а значит, холестерина), весьма редко болеют атеросклерозом и инфарктом миокарда, хотя взаимосвязь между такой диетой и этими заболеваниями достаточно надежно установлена. Оказалось, что в организме у эскимосов в повышенной концентрации циркулирует одна из жирных кислот, обладающая антиатеросклеротическим влиянием. Вот пример сочетания конституционных факторов и питания, которое еще не учитывается при разработке стандартной рациональной диеты.

Эти два обстоятельства — индивидуальность каждого, не учитываемая при общем подходе, и отсутствие многих сведений, ждущих еще своего обнаружения, и приводят к тому, что стандартная диета не является панацеей, то есть средством, которое может помочь во всех случаях. И тем не менее не следует забывать и о тех дополнительных годах здоровой жизни, которые обеспечиваются современной диетой или, точнее, рациональным стилем жизни. Именно стилем жизни. Поскольку полезное и вредное в стиле жизни лишь частично определяется характером питания, ибо, как утверждали уже древние греки, мы едим, чтобы жить, а не живем для того, чтобы есть.

«Желчный человек», раздраженный по поводу и без повода, может вызвать более значительные стрессорные сдвиги в своем обмене веществ, чем добродушный гурман, соблюдающий меру «пищевого удовольствия». Еще более выигрывает человек, который находит удовольствие не в физическом упражнении как таковом, а в физической работе и разумном регулировании потребностей. «Как много есть вещей, в которых я не нуждаюсь», — сказал один философ, попав к своему в роскоши пребывающему знакомому.

Но человек, сумевший следовать этому принципу, нуждается в другом — в работе. Вот почему, в частности, нельзя многого ждать и от увлечения Йогой, если иметь в виду не только разумные упражнения: философия Йоги, направленная вовнутрь своего «я», в нынешний век невозможна. С другой стороны, все то, что входит в понятие хорошей аутогенной тренировки, направ-

ленной, в частности, на умение овладевать своими эмоциями, безусловно, полезно, если вспомнить то, о чем говорилось в предыдущей беседе о стрессе.

Третья необходимая основа противодействия болезням старения — след за диетой и психической гигиеной — высокая физическая активность. В обмене веществ есть «лимитирующее звено», которое не может быть преодолено ни физической активностью без соблюдения рациональной диеты, ни рациональной диетой без определенной степени физической активности. Но степень необходимой физической нагрузки довольно велика. В идеале она примерно соответствует тренировке бегунов на средние и длинные дистанции и поэтому редко встречается в обычной практике.

Поддержание физической активности — задача ежедневная. И тем не менее «бег от инфаркта» должен санкционироваться опытным врачом, хотя известно, что, например, крыса, запущенная в «беличье колесо», улучшает показатели своего обмена веществ. «Бег от инфаркта», вероятно, также является и «бегом от рака»: при высокой физической активности повышается содержание альфа-холестерина (липопротеинов высокой плотности), фактора, играющего защитную роль в развитии метаболической иммунодепрессии, атеросклероза и рака.

Одно из наиболее отрицательных влияний на организм заключается в точке зрения на старость самого человека, над которым подчас продолжают довлеть представления минувшего столетия о возрасте. А между тем социальный прогресс не только увеличил продолжительность жизни человека, он изменил хронологию возраста и старости. Литератор XIX столетия мог написать: «В комнату вошел пожилой человек, лет пятидесяти от роду». В XX столетии даже молодой писатель сочтет такую фразу ошибкой, но сам 50—60-летний человек нередко считает себя уже пожилым.

Если социальный прогресс изменил сущность, то есть увеличил длительность жизни, то в каждом отдельном человеке и в социальных взаимоотношениях людей должны измениться представления о старости. След за увеличением активной продолжительности жизни должно следовать и изменение психологической оценки «возрастных ярлыков».

Наконец, нельзя не сказать о так называемых вредных привычках. Одна милая женщина как-то мне сказала: «Вы, врачи, ошибаетесь, когда пытаетесь испугать, говоря: курение — это вредно или даже смертельно опасно. Ведь человек по природе своей храбр. Поэтому лучше сказать: курение испортит цвет лица и сделает каждого менее привлекательным друг для друга».

И все же есть чего бояться. По французской статистике, опубликованной в 1980 году, если принять за 1 риск рака у некурящих и непьющих, то у пьющих, но некурящих он 1,23; у курящих, но непьющих — 1,53; у курящих и пьющих — 5,71.

Многие, однако, считают, что курение помогает снизить вес тела. Часто это действительно так, но сам способ, которым это сни-

жение достигается, порочен: никотин усиливает использование жира как топлива, о чем уже говорилось в предыдущих беседах, то есть действует так же, как и само старение. Подобным образом действует также избыток кофе и чая: в этих случаях жиромобилизующим фактором является кофеин.

Столь же серьезна проблема алкоголя. Этиловый спирт, по-видимому, стимулирует образование в мозгу особых гормональных производных, которые оказывают своеобразное влияние на нервную систему. В этом — первая опасность, ибо у части лиц, генетически предрасположенных к повышенному образованию этих гормонов, развивается стойкий алкоголизм. Алкоголь способствует и развитию рака: повреждая клетки пищевода, желудка и печени и побуждая их тем самым к усиленному делению, он способствует возникновению рака прежде всего этих органов. Поэтому и необходимо следовать совету античных греков — разбавлять водою даже вина.

Прочтя эти биологические очерки, никто не станет удивляться, что даже избыток света (например, южного солнца) может оказать вред, ибо сильное освещение повышает гипоталамическую активность. Впрочем, даже инкубаторские куры — «акселераты» об этом отчетливо свидетельствуют.

Кстати, именно в связи с проблемой акселерации можно пояснить, почему, на мой взгляд, неверна попытка произвольно выбирать какой-либо возраст, например, 40—45 лет, в качестве старта для профилактических воздействий. На самом же деле здесь необходим замкнутый, то есть полный, цикл профилактических мероприятий. В 20—25 лет заканчивается рост организма, и с этого времени начинают формироваться болезни старения. Следовательно, диспансерное наблюдение надо начинать с этого возраста. Вместе с тем багаж здоровья, с которым человек пришел к 20—25 годам, во многом есть результат того, каким был материнский организм во время беременности, а это, в свою очередь, в значительной степени зависит от того, каким было состояние женского организма до наступления беременности. Налицо замкнутый цикл причин и следствий, следствий и причин. Поэтому именно весь цикл должен стать объектом медицинского контроля, если иметь в виду противодействие развитию преждевременной возрастной патологии к 40 годам. (Я уже упоминал в предыдущих беседах, что противодействовать акселерации следует еще до рождения человека — не допускать излишнего ожирения у беременной женщины, так как это обычно приводит к рождению крупного плода — с весом тела 4000 г и более, — что, в свою очередь, ведет к избыточному весу в детском возрасте, то есть ускоренно начинается движение по пути, чреватому преждевременным развитием болезней старения.) Однако было бы неверным считать, что в каком-то определенном возрасте время для лечения уже упущено: старение — это



болезнь, которая во многих отношениях может поддаваться лечению.

Если взглянуть на все то, о чем говорилось выше, то станет очевидным: рекомендации современной медицины, направленные против преждевременного старения и сцепленных с ним болезней, сводятся в основном к борьбе с избыточным накоплением жира и с его избыточным использованием как топлива (борьба с переизбытком, недостаточной физической активностью, стрессом, избыточным потреблением кофе, чая и других стимуляторов мобилизации жира, в частности никотином). К сожалению, диета может ограничить дефекты, порожденные нарушением регуляции, но не ликвидировать их до конца. Ведь если этого можно было бы достигнуть с помощью таких мер, как рациональное питание, то многие проблемы, связанные с болезнями старения, были бы уже давно решены.

Поэтому столь важное значение имеет разработка теории, которая определяла бы выбор направлений и средств воздействия.

С позиций рассматриваемой в этих беседах концепции, по существу, многого можно было бы добиться, если бы удалось найти препараты, действующие всего лишь в нескольких направлениях: 1 — средства, повышающие чувствительность гипоталамуса к регулирующим воздействиям; 2 — снижающие продукцию инсулина и главного стрессорного гормона — кортизола; 3 — подавляющие аппетит за счет восстановления в гипоталамусе уровня нейромедиаторов.

На этом пути, ведущем не только к познанию, но и к исправлению регуляторных нарушений, присущих механизму старения и сцепленных с ним болезней, уже началось движение, причем очень отчаянно, что не одна, а несколько дорог ведут исследователей к цели.

Вот один из примеров. Уже упоминались эксперименты Р. Гуда и его сотрудников, которые, снизив пищевой рацион у специальной породы мышей с 16 до 10 калорий в день, увеличили продолжительность их жизни и уменьшили у них частоту возникновения рака. В нашей лаборатории также проводились исследования с подобной породой мышей (СВН), исходное состояние животных в двух лабораториях было практически одинаковым (максимальная длительность жизни животных в лаборатории Р. Гуда была 600 дней, а у нас 641 день). Совершенно не ограничивая пищевой рацион, а лишь улучшая с помощью определенных препаратов сгорание глюкозы и тормозя использование жира, мы смогли увеличить максимальную продолжительность жизни до 810 дней, а среднюю продолжительность жизни —  $450 \pm 19$  дней до  $555 \pm 32$  дня, то есть на 25%, причем частота рака у животных снизилась с 80% до 20%, то есть в 4 раза (Доклады АН СССР, том 245, № 3, стр. 753).

Естественно ожидать, что намного большего можно будет добиться, если комбинировать диету с средствами, нормализующие механизмы, ведущие к старению. Не шутки ради следовало бы сказать, что в этом последнем случае выигрывал бы не только

каждый отдельный человек, ибо действительно мы все сгораем в пламени собственных жиров, но и человечество в целом, ибо примерно на 1/3 снизилась бы потребность в пищевых продуктах.

До разработки изложенной в этих очерках модели развития и старения перед фармакологией не ставились задачи поиска средств, которые бы обладали свойством снижать порог чувствительности гипоталамуса к регулирующим воздействиям. Но в медицине часто так бывает, что средства отсутствуют до тех пор, пока не названа цель и не сформулированы задачи воздействия. А после этого необходимые средства нередко находятся и среди существующих препаратов, применяющихся в медицине с иными целями.

Из всех областей медицины, независимо от их сегодняшнего размежевания, постепенно приходят средства, пригодные для воздействия на процесс старения. Никого не должно смущать, что лекарства из области патологии переносятся в область физиологии старения, ибо нормальные болезни являются продолжением развития. Значение всей этой проблемы сейчас возросло благодаря развитию цивилизации, которая, увеличив продолжительность жизни, одновременно создала условия и для активизации внутренних причин старения и болезней. И в это противоречивое влияние цивилизации необходимо вмешаться.

Вот и подошли к концу биологические беседы. Несомненно, многим они показались излишне усложненными. Однако, я думаю, вряд ли следует совсем схематично излагать то, что волнует каждого с тех пор, как человек стал задумываться о причинах, управляющих развитием, старением и смертью. Всегда казалось, что эти причины во многом различны. В этих очерках я стремился показать то, что их объединяет. Действительно, одни и те же факторы играют ключевую роль в механизме развития, роста, акселерации развития, старения, болезни старения и естественной смерти, а также определяют влияние внешней среды на эти биологические явления. Одни и те же факторы создают признаки 10 главных болезней человека, формируя, по существу, одну общую болезнь — старение — с 10 отдельными проявлениями. Более того, одни и те же болезни свойственны всем высшим организмам — от горбуши и крысы до человека.

Несомненно, в природе действуют общие законы, диалектическая сущность которых часто скрыта от нас. Применительно к рассматриваемой мною проблеме — это закон развития (в данном конкретном случае законы развития организма), с одной стороны, и законы термодинамики — с другой. В соответствии с положениями термодинамики функционирование открытой системы — а именно такой системой является живой организм — можно искусственно поддерживать, если каким-то образом поддер-

живать в животной системе упорядоченность, противодействующую возрастанию в ней энтропии. Такую роль, по мнению выдающегося физика Э. Шредингера, играет пища (см. его книгу «Жизнь с точки зрения физика», 2-е изд. М., 1972). Но полнее данное положение выражено в законе Клода Бернара, согласно которому «свободная жизнь организма возможна только при сохранении постоянства состава его внутренней среды».

Вместе с тем именно этот фундаментальный закон несовместим с требованиями, выполнение которых необходимо для осуществления развития организма, ибо постоянно запрещает развитие. Поэтому если условием жизни является стабильность, то в равной мере условием развития организма является запрограммированное нарушение стабильности. Именно поэтому наряду с законом постоянства внутренней среды организма сосуществует закон отклонения гомеостаза, или, точнее, оба эти закона отражают то единство противоположностей, которое обеспечивает и развитие и само существование развивающейся живой системы. В этом смысле ни один из этих двух фундаментальных законов не существует самостоятельно, а лишь во взаимодействии друг с другом, как целое, построенное на единстве противоположностей.

Иными словами, закон постоянства гомеостаза и закон отклонения гомеостаза — два проявления одного общего закона. Поэтому, когда заканчивается развитие, действие этих взаимосвязанных законов не меняется. В итоге это делает конечным

индивидуальное существование каждого развивающегося организма. Естественная смерть у высших организмов — смерть регуляторная.

В соответствии с духом этих очерков можно предполагать, что такой вид естественной смерти от внутренних причин возник в процессе эволюции живой природы; когда произошел переход от одной клетки к существованию сложных развивающихся систем. Эволюция живой природы и история «рождения» смерти от внутренних причин в этом случае во многом взаимобусловлены. Это существенно расширяет возможности поиска воздействий, направленных на торможение скорости старения, болезней, сцепленных со старением, и тем самым расширения видовых пределов жизни.

Теперь можно, пренебрегая деталями и пролистав бегло очерки, увидеть картину в той целостности, в какой она представляется автору развиваемой концепции. Конечно, картина еще не выглядит законченной даже в той мере, как это, надеюсь, доступно сделать и сейчас. Три загадки живой природы — загадка происхождения жизни, эволюции и смерти — ждут своего решения, основанного на общих для всех этих трех явлений принципах. Но здесь мы неизбежно переходим в область гипотез и догадок. В целом же стремление понять три основные загадки живой природы служит не только одной из основных целей науки — созданию единого представления о Природе, но и глубоко практическим задачам сегодняшнего дня.

## Н О В Ы Е К Н И Г И

Города Подмосковья. Кн. 2. Отв. ред. В. Л. Янин. М., «Московский рабочий», 1980. 603 с. с илл. 35 000 экз. 2 р. 10 к.

Вторая книга трехтомного издания (первая вышла в 1979 г.) освещает историю экономического, социального и культурного развития Московской области. Книга включает в себя очерки по истории городов севера (Солнечногорск, Клин, Дмитров и др.) и востока (Ногинск, Электросталь, Шатура и др.) Московской области с момента их возникновения до наших дней. Особое внимание уделено процессам градообразования, истории рабочего движения, первой русской революции, Великому Октябрю, периоду социалистического и коммунистического строительства. Большую помощь авторскому коллективу оказали горкомы КПСС и исполкомы, а также краеведческие музеи.

Дегтярев А. Я., Дубов И. В. *От Калки до Угры. Рис. и оформл. В. Вескаравайного. Л., «Детская литература», 1980. 159 с. с илл. 100 000 экз. 70 к.*

Авторы — молодые ученые-историки рассказывают, используя новый материал, о национально-освободительной борьбе

русского народа против ордынского ига в XIII—XV веках, об упорном накоплении сил, решительных ударах и решающих сражениях. Издание приурочено к 600-летию Куликовской битвы. Оно адресовано школьникам среднего и старшего возраста и всем, кто интересуется отечественной историей.

Волков Г. Н. *«Тебя, как первую любовь...» Книга о Пушкине: личность, мировоззрение, окружение. Оформл. Н. Муниц. М., «Детская литература», 1980. 240 с. 100 000 экз. 90 к.*

Книга для юношества о величайшем русском поэте задумана автором как своего рода введение в многогранный «мир Пушкина, в мир его жизни и творчества, его мыслей и чувств, его окружения...».

Иванов М. А. *Родители, подросток, закон. М., «Педагогика», 1980. 240 с. (Б-ка для родителей). 50 000 экз. 35 к.*

Книга знакомит с основами правового воспитания детей. На материалах судебной практики рассматривается, что такое преступление и чем оно отличается от проступка, за какие действия и с какого возраста подросток несет ответственность перед законом. Автор анализирует причины правонарушений, совершаемых несовершеннолетними, рассматривает пути и средства предупреждения преступлений.



## НА ПЛАСТМАССОВОЙ ПОДКЛАДКЕ

На комбинате химического машиностроения близ Лейпцига, где производятся трубчатые теплообменники для всей большой химии ГДР, начали покрывать внутреннюю поверхность труб для теплообменников пластмассой эродур. Слой эродура толщиной в треть или четверть миллиметра предотвращает коррозию и осаждение накипи в трубах. Пластмасса выдерживает воду или водяные растворы, как кислые, так и щелочные, с температурой до 180 градусов, а агрессивные химические соединения — до 100 градусов Цельсия. Срок службы труб увеличивается в 3—7 раз, теплообменник все время работает как новый.

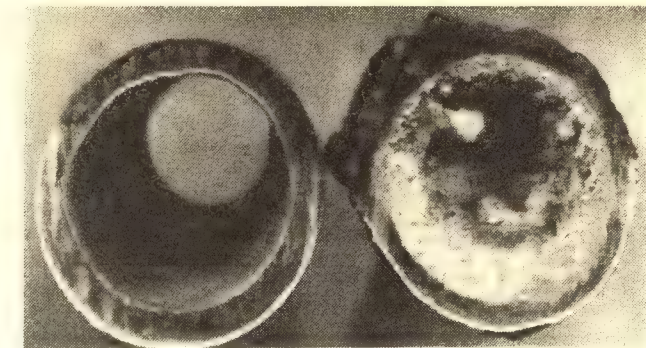
На снимке — две трубы, прослужившие год в системе охлаждения. Левая имеет эродуровую подкладку, правая — необработанная.

Jugend und Technik  
№ 9, 1980.

## МАГНИТЫ НЕ ТОЛЬКО У ГОЛУБЕЙ

Мы уже сообщали об обнаружении в мышечной ткани голубей магнитных частиц («Наука и жизнь» № 11, 1980). Сейчас американские ученые Дж. Цегер, Дж. Данн и М. Фуллер открыли магнитный материал и в мозге дельфина. У двух из пяти погибших от естественных причин дельфинов в задней части мозга было обнаружено магнитное поле в 20 раз сильнее земного. При рассмотрении срезов мозга под микроскопом в ткани найдены многочисленные темные частицы поперечником в несколько микрометров. Полагают, что это частицы магнетита. Ученые пока не склонны утверждать, что мозг дельфина содержит магнитный компас, применяемый животным для навигации. М. Фуллер заявил: «Все, что мы узнали, — это что у некоторых дельфинов в голове есть магнитные частицы. Зачем они нужны, нам неизвестно».

Джозеф Киршвинк из Принстонского университета предполагает, что земной



магнетизм связан и с поведением пчел. Подвергая пчел сильному магнитному полю, Киршвинк отметил нарушения в их поведении — так, танец, которым сборщица сообщает о направлении на источник нектара, становится беспорядочным. Действительно, в брюшке пчел также нашли магнитное вещество. Исследователь полагает, что по тому, какой силы магнитное поле «сбивает с толку» пчел, можно рассчитать, каким было магнитное поле Земли миллионы лет назад, когда эти насекомые только появились.

Science News  
v. 117, № 24, 1980.

## АВТОМАТ ВМЕСТО КАССИРА

Автоматы, продающие железнодорожные билеты на пригородных направлениях, привычны для нас. А вот в ГДР создан автомат, торгующий билетами на любые поезда до более чем 100 станций железнодорожной сети республики.

Управляет автоматом микропроцессор «Роботрон К-1510». Прикасаясь к сенсорным контактам с цифрами, установленным на передней панели, надо набрать условный номер нужной станции (номера вывешены тут же и в основном совпадают с почтовыми индексами населенных пунктов). Затем надо набрать номер поезда, тип вагона, дату отправления — и на экране автомата появляются все эти данные, чтобы пассажир мог проверить, правильно ли его поняли. Затем зажигается стоимость билета. Автомат принимает монеты стоимостью от 10 пфеннигов до

5 марок, и, поскольку ГДР — страна небольшая, этого хватает для оплаты проезда до любой станции. Автомат выдает и обратные билеты. Печатание билета занимает меньше десяти секунд.

Tribüne  
№ 122, 1980.

## ВЕРНУТСЯ ЛИ ДИРИЖАБЛИ!

Британская авиафрахтовая компания «Редкоут Эйр Карго» планирует постепенно заменить свой парк транспортных самолетов дирижаблями. Ожидается, что к 1984 году у компании будет четыре воздушных корабля грузоподъемностью 50 тонн каждый и вместимостью грузовых отсеков по 1070 кубометров. Специалисты считают, что перевозка грузов дирижаблями уже сейчас будет обходиться на 29% дешевле самолетной. Тенденция к росту цен на жидкое топливо сделает соотношение еще более выгодным. Кроме того, причальные мачты для дирижабля гораздо проще, дешевле и быстрее строить, чем аэродромы.

Строительство первого дирижабля для «Редкоут Эйр Карго» должно начаться в будущем году. В качестве газа — наполнителя будет применен гелий. Четыре турбореактивных двигателя позволят дирижаблю развивать скорость свыше 120 километров в час. Воздушные корабли предполагается использовать даже на трансатлантических линиях, хотя в случае особо срочных грузов (которых, впрочем, бывает немного) первенство здесь останется за самолетами.

Flight International  
№ 3715, 1980.

# ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТИВ

Что явилось причиной гибели динозавров? До сих пор удалось собрать очень немного и порой противоречивых указаний на истоки глобальной катастрофы. Ученые, изучающие историю жизни на планете, всегда со вниманием исследуют кризисные периоды. Исчезновение динозавров — наиболее волнующая загадка, для разрешения которой палеонтологи мобилизуют все ресурсы воображения и проницательности. Вот перечень некоторых гипотез, пытающихся объяснить уход из жизни древних ящеров.

Чрезмерная специализация организма, появление сверхтяжелых существ весом до ста тонн.

Резкий скачок магнитного поля — полюса поменялись местами.

Взрыв звезды, расположенной недалеко от Земли.

Эпидемии.

Слишком высокое содержание в атмосфере кислорода — следствие перепроизводства его растениями.

Резкое охлаждение океана из-за катастрофического сползания в него гигантских масс льда в полярных областях.

Еще одну гипотезу опубликовали недавно журналы «Сайенс» и «Нейчур». Ниже публикуется ее изложение.

## КОСМИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА И ДИНОЗАВРЫ

Дракон из сказок, птица Рух Синдбада-морехода, наконец, химера из Лох-Несс — все они, словно странное, унаследованное нашим подсознанием воспоминание о прошлом планеты. В истории Земли есть очень далекий от нас период, когда планету заселяли динозавры. Это был совсем иной мир. Ящеры отличались разнообразием видов и были прекрасно приспособлены к тогдашним условиям жизни. Они царствовали на суше, в воздухе и в воде. Нынешние властелины мира — млекопитающие в пору динозавров были жалкими существами размером не более крысы.

Но примерно 65 миллионов лет назад страшные ящеры вдруг исчезли с лица планеты. Ни те, кто приспособился к бегу на суше, ни плавающие в лагунах, ни ловко планирующие на крыльях, ни закованные в роговые панцири тихоходы — никто не уцелел. Погибли плотоядные и растительноядные. Ни одна из веточек этого широко развитого рода не смогла перебраться через границу, отделяющую мезозойскую эру от кайнозоя — среднее время от нового.

Палеонтолог, профессор Боннского университета Г. Эрбен доказал, что несколько последних поколений динозавров жило в условиях тяжелых, угрожающих их существованию. На юге Франции он обнаружил в отложениях, соответствующих этому отрезку времени, кладки яиц динозавров. В более глубоких слоях он находил яйца с нормальной толщиной скорлупы — от 1,9

до 2,6 миллиметра. Но в более поздних слоях яйца имели столь тонкую скорлупу, что содержащейся в них извести уже не могло хватить для построения нормального скелета эмбриона.

Так что же стало причиной гибели многочисленного и разнообразного мира древних рептилий? По мнению физика, профессора Л. Альвареса, динозавры погибли в результате космической катастрофы. Изучая состав отложений того периода, когда динозавры начали вымирать, профессор пришел к выводу, что на Землю упал астероид диаметром примерно в десять километров. При ударе возникла такая масса пыли, что вся атмосфера на многие годы оказалась почти непрозрачной для солнечных лучей. Сильнейший дефицит энергии прервал жизнь большинства растений и животных.

Известный геолог К. Хсю выдвигает другую идею: с Землей столкнулась комета, весящая миллиарды тонн. Она упала в древний океан Тетис. При этом произошло невыносимое для большинства организмов разогревание атмосферы, а воды были отравлены солями синильной кислоты, образовавшейся из кометного цианида.

Доказано, что при переходе от мелового периода к третичному исчезли не только динозавры и крупные морские и летающие рептилии. Тогда же вымерли и многие иные морские животные, например, аммониты — головоногие со спиральной раковиной, белемниты — существа, сходные с каракатицами, а также многочисленные моллюски и одноклеточные жители вод.

Маловероятно, что эволюция заготовила один тупик для столь различных существ, как гигантские ящеры и микроскопический





Из кусков породы с остатками скелета ихтиозавра preparatory извлекают эти остатки и склеивают из них скелет (длина скелета, изображенного на фотографии, — 6 метров). На рисунке внизу — реконструированный облик ихтиозавра.



планктон. Палеонтологи ищут разгадку в различных «катастрофических» вариантах.

Профессор Альварец взял исходным пунктом своей гипотезы достоверный факт: в геологическом слое, разделяющем мезозой и кайнозой, он и его сотрудники обнаружили высокую концентрацию редких химических элементов. Главным «вещественным доказательством» им послужил иридий. Этот белый, как серебро, очень твердый металл находится в отложениях в тонко измельченном виде. Показательно, что этот металл сравнительно часто встречается в определенного типа метеоритах, то есть не редкость в космическом пространстве.

Непосредственным толчком исследований в этом направлении стал розоватый известняк, найденный в Италии. В нижних слоях этот минерал содержал крохотные скорлупки, принадлежащие животным мелового периода, а в верхних — оболочки одноклеточных, относящихся к третичному периоду. Между этими слоями находилась тонкая — до одного сантиметра — прослойка глины, в которой концентрация иридия была в тридцать раз более высокой, чем в окружающем известняке.

Избыток иридия Альварец объяснил как результат столкновения Земли с каким-то блуждающим небесным телом. (Астрономическая статистика подтверждает, что за период длительностью 30—100 миллионов лет наша планета один раз может встретиться с большим метеоритом — около десяти километров в поперечнике. Энергия удара при этом была настолько ве-

лика, что большая часть астероида превратилась в пыль, которая благодаря ветрам равномерно распределилась по всей атмосфере.

Гипотеза была подкреплена находками в Новой Зеландии и Дании слоев глины того же возраста. Оба образца отличались присутствием столь же необычного набора редких элементов. Независимо от Альварца геологи Смит и Гертоген исследовали подобные же отложения глины, найденные в Испании. В ней они обнаружили тот же набор редких элементов.

Геолог Хсю, развивающий «кометную» гипотезу, следующим образом объясняет, почему пограничный слой состоит именно из глины, а не из известняка, лежащего выше и ниже. Комета, которая, по его предположению, упала в океан Тетис, внесла с собой в воду такое количество углекислоты, что образовавшаяся угольная кислота сравнительно высокой концентрации растворила все скелеты и оболочки морских животных и они не опустились на дно.

Профессор Альварец считает, что растения, погибшие при затемнении атмосферы, смогли возродиться благодаря семенам, спорам и корневым остаткам. Млекопитающие пережили великую ночь, питаясь растительными остатками и насекомыми.



Итак, о причинах исчезновения динозавров, населявших нашу планету в мезозойскую эру, высказано довольно много предположений. И их поток не прекращается. Статья, публикуемая ниже, знакомит читателей с гипотезой советского геолога В. Елисеева, который высказывает свою точку зрения на причину вымирания современных динозавров, — чрезвычайно широко расселившихся в морях мезозойской эры ящеров.

### РЕПТИЛИИ ДРЕВНИХ МОРЕЙ. ПОЧЕМУ ОНИ ВЫМЕРЛИ!

Далекие предки ихтиозавров, плезиозавров и мозазавров жили на суше. Но в начале мезозойской эры (около 200 миллионов лет назад) эти животные уже бороздили моря и океаны. И первые ихтиозавры, например, миксозавры, были достаточно хорошо приспособлены к жизни в воде.

Ихтиозавры, или двухметровые рыбо-ящеры, имели веретенообразное тело с голой кожей, напоминавшее тело акулы или дельфина. Они обладали спинным и большим хвостовым плавником — он был главным органом поступательного движения ихтиозавров — и лапами, в которые превратились конечности их сухопутных

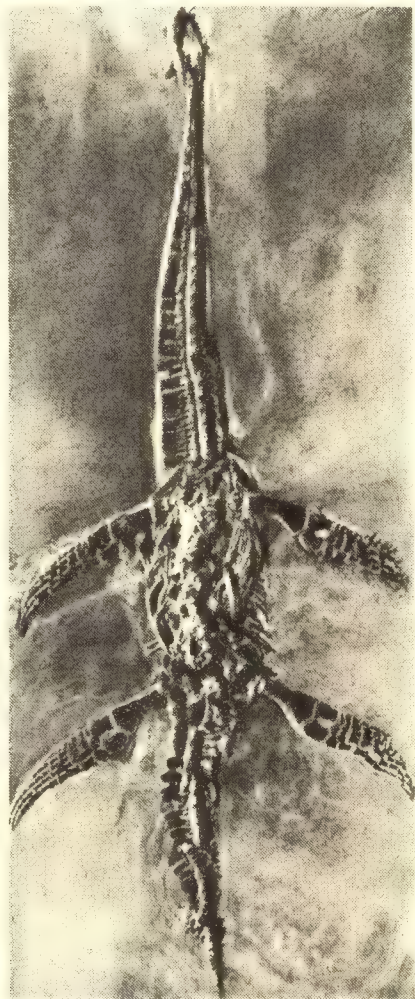
предков; задние лапы были меньше передних. Самые крупные ихтиозавры жили в юрскую эпоху — их длина достигала 20 метров.

В очень длинной пасти ихтиозавра помещалось 180—200 больших острых зубов. Это были хищники, идеально приспособленные к жизни в водной среде, значительно лучше, чем другие пресмыкающиеся. Одно из удивительных приспособлений ихтиозавров к жизни в воде заключалось в том, что они были живородящими: в пользу этого говорят найденные скелеты взрослых ихтиозавров, внутри которых заключены скелеты малышей. Следовательно, им не нужно было посещать берега, чтоб откладывать яйца.

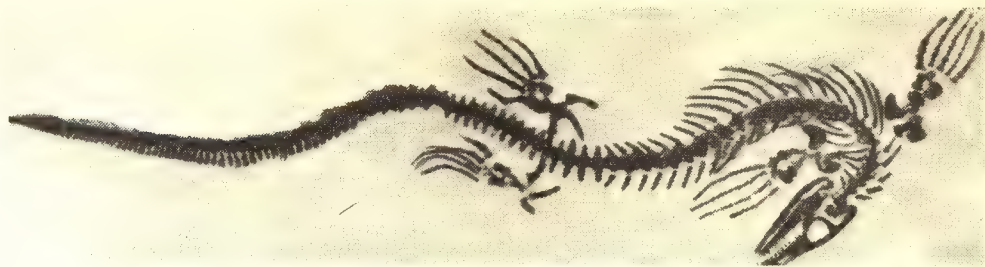
Питались ихтиозавры преимущественно рыбой и моллюсками. На некоторых скелетах ихтиозавров обнаружены залеченные повреждения ребер. Эти ранения — скорее всего следствия боев ихтиозавров с другими хищниками, например, с плезиозаврами. Возможно также, что раны — следы боев, которые велись из-за самок в брачную пору.

Ихтиозавры достигли расцвета в юрскую эпоху. В раннемеловое время они встречаются реже, а в первой половине позднемеловой эпохи ихтиозавры вымерли.

Скелет плезиозавра длиной 2,94 метра и воссозданный учеными на основании скелетных остатков облик этого животного.







На фото справа — обитатель позднемеловых морей — мозазавр. Таким его представляют палеонтологи на основании найденных скелетов. Длина скелета, показанного на фото сверху, — 5 метров.

Плезиозавры — хищные ящеры с длинной змеевидной шеей и очень маленькой головой. Их шея состояла из многочисленных позвонков, например, у представителя длинношейх плезиозавров — эласмозавра их было 76 — рекордное число! Поэтому большая часть его длины, а она достигала 13 метров, приходилась на шею. Плезиозавры нападали на добычу скорее всего с близкого расстояния, выбрасывая голову на длинной гибкой шее.

Плезиозавры питались рыбой и моллюсками, не прочь были полакомиться и другими животными. В скелете одного плезиозавра, помимо остатков рыб и моллюска (плезиозавр проглотил его вместе с раздавленной раковиной), нашли кости, принадлежащие летающему ящеру. С остатками пищи в скелетах плезиозавров (там, где размещался желудок) встречаются камни — гастролиты, способствовавшие размельчению пищи.

Кроме длинношейх плезиозавров, существовали короткошейе. У них голова была уже и намного длиннее, достигая порой трех метров и более. Страшная пасть длинноголовых плезиозавров была снабжена трехгранными зубами длиной до 30 сантиметров и до 6 сантиметров в поперечнике. В промежутки между зубами одной челюсти входили сходные зубы другой челюсти. Тело этих плезиозавров занимало большую часть всей длины животного, а среди них известны экземпляры, достигавшие 15 метров. Эти плезиозавры плавали лучше, чем длинношейе, и могли, видимо, подолгу преследовать свою жертву. Они питались рыбой и моллюсками и, вероятно, более крупными животными, в том числе длинношейими плезиозаврами.

В самом конце позднего мелового периода плезиозавры вымерли.

Мозазавры внешне сходны с современными варанами, только вместо конечностей у них ласты — приспособление к водному образу жизни. Тело мозазавров, покрытое чешуей, достигало у наиболее крупных 12-метровой длины.

Мозазавры были распространены чрезвычайно широко. Их остатки обнаружены в позднемеловых отложениях Голландии, Бельгии, США и в других районах. Однако



в самом конце позднемеловой эпохи мозазавры вымерли.

Итак, почему же вдруг исчезли, казалось бы, так хорошо приспособленные к жизни в воде рептилии древних морей?

Сейчас установлено, что соленость Мирового океана изменялась со временем, вероятно, очень сильно. Так, академик А. Л. Яншин отмечает, что за фанерозойское время, то есть за последние 570 миллионов лет, соленость и состав Мирового океана подвергались, по-видимому, существенным изменениям (А. Л. Яншин. Как образуются залежи солей? «Природа», № 7, 1978).

Что же можно сказать о солености Мирового океана в позднемеловое время? Первое: в эпохи, предшествующие позднемеловой — в позднерурскую и раннемеловую, происходил интенсивный галогенез, проще говоря, из морской воды выпадали и накапливались в больших количествах соли — каменная и калийная, гипс и ангидрит. Это наталкивает на предположение, что соленость позднемелового океана стала ниже по сравнению с предыдущими эпохами. Следующий факт. В позднемеловую эпоху произошел какой-то необычный расцвет кокколитофорид — микроскопических водорослей с известковым панцирем — и пелагических фораминифер — простейших орга-



низмов с известковой раковиной, усиленно извлекавших из морской воды кальций для строительства панцирей и раковин. Наряду с ними в океане впервые широко распространились диатомовые водоросли — микроскопические организмы с панцирем, на 96% состоящим из кремнезема, извлекавшие из морской воды кремний. И что любопытно: извлечения из морской воды кальция и кремния почти никак не компенсировались поступлением этих элементов с континентов, которые были в значительной степени сnivelированы, а потому размывались слабо. Кроме того, обширные площади современных континентов в тот период были покрыты морем. Начало позднемеловой эпохи, как известно, ознаменовалось огромной трансгрессией моря. Иначе говоря, площадь размыва была резко сокращена, и, следовательно, вынос солей с континентов еще более уменьшился.

Можно полагать поэтому, что океан в позднемеловой период был сильно опреснен. В воде ощущался дефицит кальция, а также, вероятно, и других элементов. Недостаток в пище рептилий ряда элементов и явился возможной причиной их гибели. Сегодня науке известно, насколько важны неорганические вещества в жизнедеятельности организмов. Без необходимого количества минеральных солей (среди них различают макро- и микроэлементы) жизнь невозможна. Поэтому не исключена возможность, что «недосол» морской воды в позднем меловом периоде сказался роковым образом на жизнедеятельности морских рептилий. При этом в первую очередь вымерли наиболее приспособленные к жизни в воде ихтиозавры. Их узкая адаптация была хороша до тех пор, пока существовали те условия, к которым они приспособились. Но вот стали меняться условия обитания, и ихтиозавры погибли первыми.

Существуют другие точки зрения на причину исчезновения рептилий древних морей, однако общепринятой пока нет. В

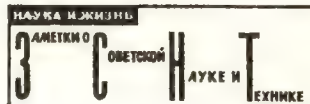
связи с этим уместно привести такое высказывание Ч. Дарвина: «Нам нечего изумляться вымиранию, если и есть, чему изумляться, то это нашей самонадеянности, позволяющей нам вообразить, хотя бы на минуту, что мы понимаем всю эту совокупность сложных условий, от которых зависит существование каждого вида».

Действительно, пока не понимаем.

Естественно возникает вопрос: полностью ли в позднемеловую эпоху вымерли описанные группы животных? Не могли ли потомки длинношеих плезиозавров дожить до наших дней? По моему мнению, такая возможность не исключена. Иначе как объяснить многочисленные рассказы моряков о появлении на воде неизвестных змееподобных чудовищ (подобные рассказы известны с IV века до нашей эры)? Морского змея видели во всех морях, как теплых, так и холодных: вблизи берегов Гренландии, Дании, США, Бразилии, Африки и т. д. Так, в 1887 году капитан, офицеры и команда корабля «Пайлина» свидетельствовали под присягой перед ливерпульским магистром, что видели змея у бразильских берегов. В 1903 году змееподобное чудовище встретилось научно-исследовательскому судну «Валгалла» в Южной Атлантике. В 1977 году у побережья Новой Зеландии японские рыбаки выловили труп разложившегося животного длиной 13 метров. Может быть, плезиозавр? В 1978 году в юго-западной части Тихого океана моряки В. И. Титов и В. Ф. Варивода видели загадочное животное, которое, судя по описанию и рисунку головы (выполненному А. Кузьминым со слов В. Титова), очень напоминает плезиозавра.

Не исключено, что нынешние потомки плезиозавров, совершенствуя образ жизни в воде, приспособились и к живорождению и научились долгое время находиться под водой. Может быть, именно поэтому они трудноуловимы?

## СЛЕД ДИНОЗАВРА



На каменных плитах береговых уступов залива Ис-Фиорд (остров Западный Шпицберген) экспедиция советских ученых обнаружила четкий отпечаток следа гигантского динозавра. Судя по этому отпечатку, ступня доисторического ящера достигала метровой длины, а измеренный шаг — четырех метров.

На снимке: слепок следа динозавра, который экспонируется в Ленинграде, в музее Горного института. (Фотохроника ТАСС.)



снять со стен, а затем отреставрировать уже в лабораторных условиях.

Реставраторы проделали уникальную операцию по спасению огромных, свыше пяти метров в высоту средневековых фресок. Притом штукатурка с росписями была очень слабой, ломкой, вся в трещинах, проросшая корнями кустарника. Она осыпалась сразу же, как только убирали придерживающую ее землю. Поэтому сначала фрески проклеивали несколькими слоями марли, пропитывали специальным раствором смолы, подпирали деревянными щитами и после этого с величайшей осторожностью, сантиметр за сантиметром отделяли штукатурку с укрепленной сложным способом живописью и перекладывали ее в ящики. Ящики отправляли в Ленинград, в Государственный Эрмитаж. Так перевезли около ста пятидесяти квадратных метров росписи.

Кстати, открытие росписей было полной неожиданностью. До этих раскопок ученым не были известны произведения монументальной живописи псковской школы второй половины XIV века. Рукописные документы скупно упоминали о «настенных письмах».

Росписи храма Покрова, таким образом, явились свидетельством того, что в

Пскове в XIV столетии существовала яркая, самобытная фресковая живопись.

Авторы произведений, открытых экспедицией, — художники большого оригинального дарования. Их по крайней мере три, а может быть, и пять. Каждый из них весьма индивидуален в своем творчестве. Интересно и то, что их письмо отлично от живописного искусства Великого Новгорода. Разве лишь красно-коричневые и серо-голубые тона некоторых композиций напоминают о былом влиянии могущественного соседа.

Кисть одного из авторов фрески церкви Покрова сдержанна, величественна. Образы, созданные им, углубленны и мудры.

Другой художник исполнил композиции изящно, легко, есть в его живописи что-то от рисунков рукописных книг...

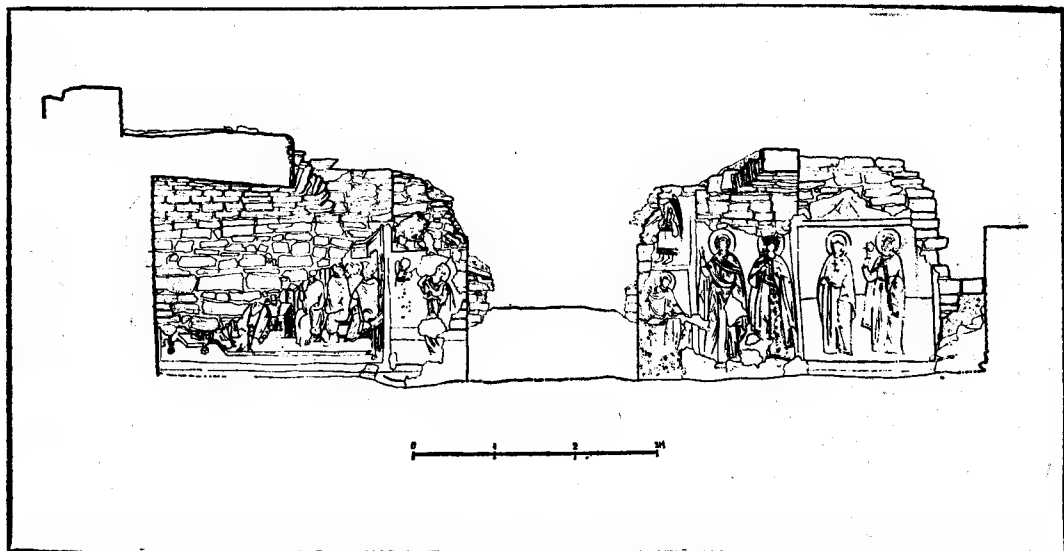
Творческая манера третьего мастера весьма любопытна — страстная и порывистая. Похоже, что он даже не старался выписывать лики и одежды. Его привлекало другое — колорит, соотношение цветов, света и тени. Его письмо заставляет вспомнить об искусстве Феофана Грека, хотя фрески в церкви Покрова создавались, вероятно, лет за двадцать до появления великого византийца в Новго-

роде и вообще на Руси. Ведь новгородскую церковь Спаса Преображения Феофан Грек расписывал в 1378 году, тогда как Покровский храм возводится в Довмонтовом городе к 1352 году, очевидно, тогда же и был расписан.

Живописцы Покровского храма были псковичи — это бесспорно. Большинство образов святых и не святых скопировано не с канонических, византийских образцов, а написано с тех псковских людей, которые окружали художников. А эта воляность всегда отличала несколько «еретически» мыслящих жителей республики.

И, что особенно важно, — фрески Покровской церкви оказались невиданной прежде сохранности. Земля спасла их от выцветания, выгорания, сохранила яркость и свежесть красок. Века протекли, словно не коснувшись их. Ни одни монументальные росписи в Пскове, даже знаменитые настенные фрески церкви Успения Богородицы в Мелетове не могут идти ни в какое сравнение с фресками Покровской церкви. (См. 4-ю стр. обложки.)

Сейчас рано еще делать окончательные выводы. Однако можно сказать с уверенностью: расширились страницы истории искусства.



# ЭТОТ ПРАВЫЙ, ЛЕВЫЙ МОЗГ

В №№ 8, 9 и 10 за 1979 год наш журнал публиковал статью В. Демидова «Новый ключ к старым тайнам», посвященную деятельности Лаборатории физиологии зрения Института физиологии имени И. П. Павлова АН СССР. Гипотеза строения и работы зрительного аппарата высших животных и человека, разрабатываемая в этой лаборатории под руководством профессора В. Д. Глезера, называется квазиголографической. Зрительная система с позиции этой гипотезы рассматривается как нейрофизиологический механизм, реализующий некоторые принципы голографии, то есть целостного восприятия и запоминания информации.

Одна из составных частей гипотезы — подтвержденное прямыми опытами положение (выдвинутое В. Д. Глезером) о том, что зрительный аппарат построен по принципу многоканальной системы. Каждый из этих каналов работает независимо и передает информацию об одной какой-то характеристике зрительного образа — форме, размере, дальности, цвете, контрастности, яркости и т. д. Наиболее важный канал — это канал передачи сведений о форме, которые в мозгу преобразуются в «обобщенный образ» предмета. Такой образ дает нам возможность отнести, например, любое из деревьев к классу «деревов», а любой из столов — к классу «стол». Иными словами, обобщенный образ есть то, что философы называют абстракцией.

Отталкиваясь от представлений о многоканальности зрительной системы и других исследований, проведенных в лаборатории, ее сотрудницы Л. И. Леушина, А. А. Невская и М. Б. Павловская обнаружили чрезвычайно важные особенности работы правого и левого полушарий мозга. Следствия, вытекающие из их открытия, заставляют по-новому осмысливать и тривиальные и парадоксальные сведения о работе мозга.

**В. ДЕМИДОВ, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».**

Где-то в конце первого года жизни младенец первый раз произносит слово «мама»: маленький человечек делает первый шаг к постижению абстракции, какими являются слова. Но покамест степень абстрагирования, разрыва между реальностью и знаком (словом), ее обозначающим, ничтожна. «Мама» — это его, ребенка, собственная, единственная мама, все остальные — нет. У каждой куклы свое имя, «кукла вообще» не существует.

Проходит еще год — и слово «кукла» обозначает уже и ту, с которой малыш засыпает, и ту, с которой играют другие дети, и ту, которую он видит в витрине универмага. Слово охватывает все сходные по форме предметы, его абстрактность поднялась на новую ступень.

Еще год-полтора — малыш овладевает словом «игрушка», которое объемлет и кукол, и кубики, и пластмассовый самолет, и электрическую железную дорогу. Мощност абстракции слова существенно возросла, оно относится уже к предметам, весьма отличающимся и по внешности и по функциям, а связь между чувственным образом вещи и словом становится все менее уловимой.

И, наконец, к пяти годам постигается такая степень абстрактности слова, которая ставит малыша на уровень взрослого: слово «вещь» обозначает не только предметы, но и абстракции более низкого ранга — «игрушка», «посуда», «мебель», «одежда» и многие другие. Связь с конкретным образом падает до ничтожно малой величины.

Так описывает развитие речи дошкольника психолог М. М. Кольцова.

А нейрофизиологи говорят, что именно к этому возрасту, то есть к четырем-пяти годам, мозг ребенка становится похож на мозг взрослого по очень существенной детали своего строения. Эта деталь — асимметричность высших функций правого и левого полушарий. Пока не достигнут «критический» возраст, оба полушария способны одинаково хорошо воспринимать речь и управлять ею. Но как только развитие маленького человека перешло определенный порог, одно из полушарий теряет эту способность, становится, так сказать, «немым». Это происходит, понятно, не скачком, а постепенно, но результат именно таков.

Возрастание «мощности» абстракции слова и перестройка функций одного из полушарий — совпадение или нечто более глубокое? Работа Л. И. Леушиной, А. А. Невской и М. Б. Павловской отвечает на этот вопрос: отнюдь не совпадение... Впрочем, нам нужно сделать небольшой экскурс в историю, чтобы все дальнейшее стало понятным.

Итак, правое и левое полушария. Что они неравнозначны, люди узнали лишь немногим более ста лет назад, когда знаменитый французский антрополог П. Брока открыл в левом полушарии область, заведующую речью. Если она повреждена, больной перестает понимать, что ему говорят, и сам не может говорить. Из уважения к столь важной функции, как речь,



«говорящее» полушарие назвали доминантным, господствующим, а «безмолвное» — субдоминантным, подчиненным. (В какой-то мере терминология способствовала тому, что наибольшее внимание исследователи уделяли доминантному полушарию, и лишь в самые последние десятилетия выяснили, что и субдоминантное достойно изучения, но это так, к слову.)

Статистика говорит, что в 95% случаев левое полушарие доминантно у правой и в 65% — у левой. А у 5% правой и 35% левой доминантно правое полушарие. Но поскольку левшей не так много, мы будем в дальнейшем ради простоты считать «говорящим» полушарием левое, не забывая, понятно, о реальном положении дел.

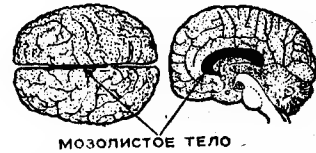
И еще одного различия левого и правого полушарий надо коснуться, хотя оно было известно задолго до открытия Брока: речь идет о перекрестности. Правая половина мозга управляет левой рукой и левой ногой, вообще мышцами левой половины тела, а левое полушарие — мышцами правой половины. С глазами чуть сложнее: увиденное в левом поле зрения (то есть правыми половинами сетчатки обоих глаз, ибо изображение в глазу переворачивается) приходит в зрительную область коры правого полушария, а то, что видится в правом поле, идет в симметрично расположенную область левого. Поскольку половинки мозга соединены между собой мозолистым телом — мостом из миллионов нервных волокон, — полученные одним полушарием сведения передаются в другое, идет взаимный обмен информацией. Некоторые поэтому сравнивают мозг с двухмашинным вычислительным комплексом, где каждая половинка — особая ЭВМ.

Когда вы берете на ощупь левой рукой нож и при этом говорите: «Я взял нож», — это означает, что ощущение от взятого ножа, то есть тактильная информация поступила в правое полушарие, где была опознана как образ ножа, потом была передана в левое и там привела в действие систему, управляющую речью, вырабатывающую слова. Если бы мозолистое тело было перерезано (к такой операции иногда прибегают, чтобы облегчить страдания особо тяжелых душевнобольных), вы не смогли бы назвать нож «ножом». В лучшем случае вы произнесли бы наугад какое-то слово, однако вопрос: «Что у вас в руке?» — был бы встречен по большей части молчанием. Эти и многие другие сенсационные результаты были получены американскими психофизиологами М. Газанигой и Р. Сперри в начале 60-х годов, когда они обследовали первых больных, подвергнутых операции рассечения мозолистого тела.

Не менее ценные сведения о работе полушарий дал науке метод лечения душевнобольных, заключающийся в том, что через правое или левое полушарие пропускают слабый электрический ток. Этот метод разработали еще в 30-е годы нашего века, успешно применяли для устранения навязчивого стремления к самоубийству, прекращения галлюцинаций и вообще ле-

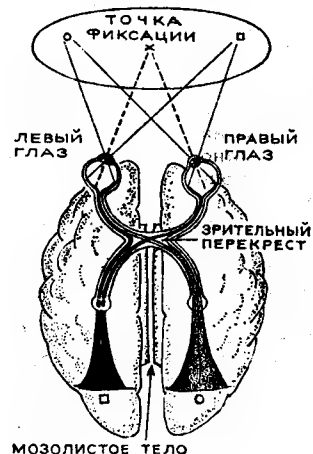
чения тяжелых мозговых расстройств. А в конце 60-х годов ленинградские ученые профессор Л. Я. Балонов и кандидат биологических наук В. Л. Деглин подметили, что электрический ток, проходя через полушарие, «отключает» только его, но совсем (или почти совсем) не действует на противоположное. Стало быть, больной может общаться с врачом и участвовать в опытах, тем более ценных, что мозг больного не поврежден хирургическим вмешательством. Результаты своих опытов Балонов и Деглин описали в книге «Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий» (см. также статью В. Деглина в журнале «Наука и жизнь» № 1, 1975).

Прежде всего выяснилось, что полушария очень активно воздействуют друг на друга, однако влияние это носит не «помогающий» (точнее, не активирующий), а



Мозолистое тело — мостик, соединяющий оба полушария мозга.

Если смотреть прямо перед собой, предметы, находящиеся слева от центра вашего поля зрения, будут восприниматься правым полушарием мозга, а справа от центра — левым. Это обеспечивается перекрестом нервов, идущих от глаз. В норме полушария обмениваются полученной информацией через мозолистое тело. Но при некоторых нервных заболеваниях хирургам приходится перерезать мозолистое тело, устраняя связь между полушариями. У большинства людей за речь ответственно левое полушарие. Поэтому пациенты с перерезанным мозолистым телом неспособны назвать предмет, который виден только левым глазом; ведь «говорящее» полушарие не знает, что именно видит левый глаз.



тормозящий характер. Когда одно из полушарий прекращает работать, все функции противоположного резко обостряются. Если угнетено воздействием тока правое полушарие, работа левого, речевого, усиливается: человек становится очень общительным, болтливым, вмешивается в чужие разговоры, обращается ко всем с просьбами и советами, громко комментирует поведение окружающих. В этом смысле он очень похож на подвыпившего (алкоголь, кстати, в первой фазе опьянения действует сильнее именно на правое полушарие).

Но изменения заключаются не только в болтливости. При бездействующей правой половине мозга голос человека становится неузнаваем: у одних — глухим, сиплым, хриплым, у других — гнусавым, у третьих слова вылетают прерывисто, говорящий как бы захлебывается ими, четвертый произносит их с сиюминутным, иногда с лающим оттенком. Привычный ритм и мелодика речи исчезают, пропадают логические и эмоциональные паузы, подъемы и понижения тона, в ударения ставятся в самых неожиданных местах...

При воздействии же тока на левое полушарие человек вначале молчит, ибо отключен «центр речи», а спустя несколько минут, когда шок проходит и речь восстанавливается, он быстро, четко и выразительно (правое полушарие, от которого зависят интонации, действует!) произносит бессвязные обрывки предложений: «...проходили меня-то, скорее простили меня-то, как я признаю меня-то... спросите меня, пускать, подскользнуть я, сейчас самослю... ну скажи, я сама все возьму...» И очень сердится, что врач ничего не понимает, — бурная жестикуляция, гримасничанье... «Центр речи», выходящий, не просто управляет речевым аппаратом, но и определяет связь произносимых слов с тем, что человек хочет сказать.

И уж совсем неожиданными оказались результаты, когда Балонов и Деглин обратили внимание на то, как больной понимает обращенную к нему речь при отключении одного из полушарий. Выяснилось, что правое полушарие, традиционно считавшееся непричастным к опознанию слов, играет в этом процессе исключительно важную роль. Если оно не действует, любые, даже самые ничтожные помехи «сбивают с толку» левое полушарие, и оно не может воспринимать речь. Но даже если помех и нет, человек с отключенным правым полушарием не способен ощутить интонацию: отлично понимая, что ему говорят, он равнодушен к тому, как это сказано. Пропадает не только восприятие. Больной решительно отказывается повторить за врачом предложенную интонацию, потому что он просто не в состоянии это сделать, какие бы усилия ни прилагал.

Зато при угнетенном левом полушарии и раскрепощенном правом, не понимая обращенных к нему слов, человек оценивает мелодику речи гораздо точнее, чем когда у него работали оба полушария.

Правая половина мозга ответственна и за понимание «предметных шумов» — та-

ких, как звон разбитого стекла, бульканье воды, хлопанье двери, аплодисменты, чихание, храпение и другие, сопровождающие всевозможные явления природы, действия человека и работу машин. Эти сложные звуки, которые невозможно описать словами (а правое полушарие немо! — интересная связь, не так ли?), позволяют нам строить в своем воображении целые картины. На этой нашей способности основаны все радиоспектакли: мы буквально видим, как персонаж поднимается по лестнице, достает из кармана ключи, отпирает дверь, входит в квартиру... Если правое полушарие не работает, человек не в состоянии этого представить, он слышит лишь бессмысленные звуки, не обозначающие никаких явлений.

С отключенным правым полушарием человек не узнает хорошо знакомых мелодий. «Степь да степь кругом» превращается для него в песню «Мы — молодая гвардия...». Попросят больного в таком состоянии спеть какую-нибудь песню, — он обычно откажется, а если согласится — безбожно фальшивит, смешивает и переворачивает мотивы. Но слова песен (не имеющих, кстати, никакого отношения к этим мотивам) так и рвутся наружу, что опять-таки приводит на мысль картину алкогольного опьянения.

А при неработающем левом полушарии (следовательно, при активированном правом) любые мелодии воспринимаются четко, повторяются большим правильно, человек может продирижировать их ритм, но назвать песню и припомнить слова не в состоянии.

Левое полушарие — слова, правое — мелодии, интонации. Как будто все очень хорошо укладывается в схему «мыслительных» и «художественных» натур, как их очень образно характеризовал в свое время И. П. Павлов: «...Художники захватывают действительность целиком, сплошь, сполна, живую действительность, без всякого дробления, без всякого разъединения, другие — мыслители — именно дробят ее и тем самым как бы умерщвляют ее, делая из нее какой-то временный скелет, и затем только как бы снова собирают ее части и стараются их таким образом оживить, что им вполне все-таки не удается».

Сейчас принято считать, что левое полушарие занимается абстрактным мышлением, а правое — конкретным, образным. Но признать это — так все-таки ничего и не сказать, потому что не обнаруживается никаких подходов к механизму такого восприятия.

Как раз поисками этого механизма и занимались последние годы Леушина, Невская и Павловская из Института физиологии имени И. П. Павлова.

Опыты заключались в том, что испытуемым показывали на долю секунды (чтобы полушария не успели обменяться информацией) очень простые рисунки, напоминающие амёб, и направляли их либо в левое, либо в правое полушарие — для этого картинка появлялась соответственно в правой или левой половине зрительного



поля. Нужно было опознать либо только форму изображенного, либо одновременно форму и размер, либо (также вместе) форму и местонахождение. Почему всегда речь шла именно о форме, понятно: это самый главный признак любого предмета.

Похожие эксперименты проводили и другие исследователи, но обычно интересовались только тем, какие типы картинок или какие признаки изображений лучше опознаются правым и левым полушарием. Задача же, которую поставили перед собой сотрудники Лаборатории физиологии зрения, была иной: выяснить, какие ошибки во время опознания человек делает систематически.

Почему именно ошибки? Потому что картинку показывают на очень короткое время, так что испытуемому порой кажется, что он вообще ничего не заметил, а экспериментатор требует: «Отвечайте, даже если вам кажется, что говорите наобум!» Опыты, проделанные в лаборатории прежде, показали, что собственно зрительное восприятие протекает быстрее, нежели осознание воспринятого. Испытуемый отвечает и, понятно, нередко ошибается, хотя картинку он видел.

Но из тысяч ответов следует, что одни ошибки встречаются чаще, а другие — значительно реже. Одни, стало быть, систематичны, другие случайны. Самое же интересное, что у всех испытуемых ошибки левого полушария совершенно одинаковы, а правого — разные у разных лиц.

Левое полушарие ошибается, так сказать, «симметрично»: фигура Г всегда путается с А, и фигура А всегда принимается (если имеет место ошибка) за Г. Точно так же выглядят похожими фигуры Б и В. Никогда не случалось, чтобы это полушарие спутало фигуру одной пары с фигурой из другой.

А вот в правом — сплошной хаос. Картинку А испытуемый принимает за Г, картинку Б — тоже за Г, а вот Г почему-то путается не с А, а с В. У другого человека путаница имеет иной характер, но все равно — «парность», свойственная левому полушарию, отсутствует при восприятии правым.

И еще одна важная подробность. Правое полушарие опознает тем точнее форму, чем точнее воспринимает и второй, сопутствующий признак — размер или местоположение. Одна ошибка влечет за собой другую. Зато левому полушарию не важно, точно ли восприняты сопутствующие признаки: форма опознается независимо от размера или местоположения, более того, при попытке совместного опознавания формы и этих дополнительных признаков дело идет хуже.

Что все это значит? Исследователи воспользовались для ответа на вопрос выводами теории «многоканального» строения зрительного аппарата (эта теория уже много лет плодотворно исследуется в лаборатории). Стало ясно: левое полушарие, опознавая форму, выделяет только то, что позволяет отличить одну фигуру от другой, — какие-то кардинальные признаки. Но, как

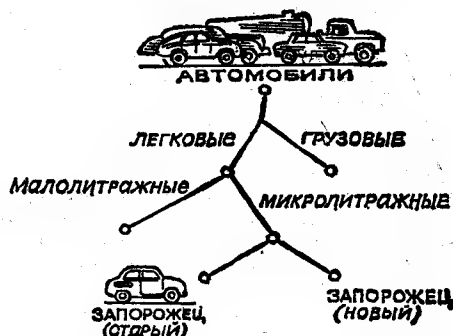
легко понять, между этими признаками может быть также большее или меньшее сходство (вы, например, спутаете самолеты Ту-134 и Як-42, но никогда не спутаете самолет и корову). Поэтому-то и оказываются всегда похожи изображения А и Г, Б и В: их парность демонстрирует сходство признаков, по которым полушарие опознает эти изображения. С другой стороны, хорошо видно и существенное различие признаков каждой пары друг от друга, не позволяющее путать фигуры А и Г с Б или В.

У каждого изображения, воспринятого левым полушарием, есть какой-то обобщенный образ, и этот образ (форму) левое полушарие опознает независимо от величины, положения в поле зрения и т. д. — то есть опознает инвариантно. Короче, судя по всему, именно в левом полушарии находится система независимых каналов, при помощи которых зрительный аппарат определяет различные характеристики изображений.

Левое полушарие опознает изображения по принципу, открытому в Лаборатории физиологии зрения и немного напоминающему путешествие по ветке дерева: сначала все хранящиеся в памяти признаки изображений делятся пополам и определяется, в какой половине имеется интересующий признак, потом оставшаяся половина делится опять пополам и так далее, пока не дойдем до конца и не опознаем предъявленную картинку (такое дихотомическое деление, конечно, было известно еще очень давно, но приложено оно к работе зрительного аппарата именно в лаборатории).

Парность ошибок левого полушария говорит о том, что опознающий механизм перед ошибкой дошел до «развилки», где с одной стороны — признаки фигуры А, а с другой — Г. Времени на опознание отводится мало, так что зрительный аппарат ошибается, вместо предъявленного А «видит» Г — и человек говорит, что была показана фигура Г. Когда предъявят Г — по аналогичной причине ошибочно будет «увидена» фигура А. Фигуры же Б и В (точнее, их признаки в памяти) находятся совсем на других «ветках» и поэтому не путаются ни с А, ни с Г.

Схема опознания методом «прохождения по дереву признаков».



Правое полушарие организовано совсем иначе. Его зрительный аппарат описывает форму увиденной фигуры во всех подробностях, да еще присовокупляет к этому, бо́льшая она или маленькая, где находится в поле зрения, и многое другое. Нет никаких каналов, работающих независимо, — все признаки существенны и все сплетены в тугую узел. Поэтому нет в правом полушарии никакого «путешествия по дереву признаков», а есть только последовательный перебор целостных образов, имеющих-ся в памяти. При таком переборе, напоминающем просмотр карточек в каталоге, фигуру А можно спутать с Г только в том случае, если на пути перебора А расположено раньше Г. Фигура же Г путается только со стоящей чуть дальше В, но никак не с А: обратного хода нет, поиск идет в одном-единственном, раз навсегда заданном направлении.

Смотрите, что получается. Левое полушарие опознает по отдельным каналам. Естественно, в этом случае изображение (его, обобщенный образ в памяти) оказывается весьма обедненным, хотя самые существенные признаки очищены от второстепенных. Иначе говоря, левое полушарие опознает очень обобщенно, абстрактно, — это теперь уже не предположение, а подтвержденный результатами опытов факт.

Правое же полушарие опознает целостно, во всем богатстве признаков, то есть возможно более конкретно.

Но мыслимо ли абстрагирование без предварительного знакомства с действительностью? Если речь идет об абстракциях типа «большой — маленький», «далекий — близкий» и им подобных, то они, скорее всего, получены нами по наследству. Ведь такие абстракции доступны даже зрительному аппарату столь примитивного существа, как лягушка. А вот абстракции типа «стола» или «автомобиля», безусловно, возникают в результате нашего общения с окружающим миром. Но прежде, чем они возникнут, мы должны воспринять зрением первый в нашей жизни автомобиль!

И вот тут-то мы начинаем понимать, зачем природа одарила нас двумя полушариями: правое познает конкретный мир во всех его подробностях, а левое обобщает познанное и впоследствии познает мир на уровне абстракций, в том числе и словесных.

Правое полушарие — это своего рода копилка образов без организации серьезных связей между ними. Левое, хотя оно и не в состоянии воспринять образ столь подробно, как правое, постигает связь между явлениями, глубинный смысл событий. В мозгу у человека как бы две исследовательские системы. Одну, правую, он посылает в неизведанное (абстракциями нового не познает!), а с помощью левого рассматривает и сопоставляет в более упрощенном, избавленном от многих «лишних» деталей виде то, что было перед тем познано правым, то есть познано конкретно.

Эта концепция, которую сейчас усиленно разрабатывают в Лаборатории физиологии зрения, объясняет очень многие фак-

ты, ставившие прежде в тупик исследователей. Например, известно, что правое полушарие опознает лица, — есть в нем такой специфический механизм, отсутствующий в левом. Но вот во время опыта стали предъявлять левому полушарию фотографии государственных деятелей и артистов, хорошо знакомых испытуемому. И что же? Это полушарие опознавало их лучше, нежели правое! С традиционных позиций понимания работы мозга остается только руками развести: мистика, да и только... А теперь объяснение есть. Левое полушарие точно так же участвует в опознании лиц, но знакомые лица описаны в нем лучше, компактнее, по каким-то четким, очень характерным признакам, близким к абстракциям.

Когда мы говорим об абстрагировании, не следует забывать, что левое полушарие способно к обобщению на словесном, знаковом уровне. К абстракциям иного рода способно правое полушарие, например, оно умеет найти среди нескольких фигур достаточно сложной формы похожие.

Что такое похожесть? Математики говорят, что под этим термином скрывается некое проективное преобразование (не будем подробно разбирать, как выглядит такое преобразование, потому что это увело бы нас очень далеко), и, видимо, правое полушарие подобную операцию выполняет. Правое полушарие может по кусочку окружности отыскать круг подходящего диаметра, может мысленно сложить разрезанную на части фигуру, сжать, сдвинуть, растянуть, перегнуть изображение и представить, каким будет результат, — все это левому совершенно недоступно.

Правое полушарие, видимо, очень необходимо инженерам-конструкторам, архитекторам, строителям, словом, каждому, кто занимается пространственными образованиями. А коль так, абстракции, которыми оно оперирует, вряд ли менее сложны и глубоки, чем те, с которыми имеет дело левое. Просто они, эти абстракции правого полушария, иные и, увы, невыразимы в словах, да, кроме того, мы вообще еще очень мало знаем о работе правого полушария, куда меньше, чем о левом...

Но так или иначе, попробуем немного выйти за рамки зрительных образов и восприятий, попытаемся осмыслить тот факт, что правое полушарие занимается в основном конкретно-познавательной, а левое — абстрактно-обобщающей деятельностью (совершенно ясно представляя себе и ограниченность такой модели и необходимость дальнейшего уточнения задач, решаемых каждым полушарием, их роли в совместной работе).

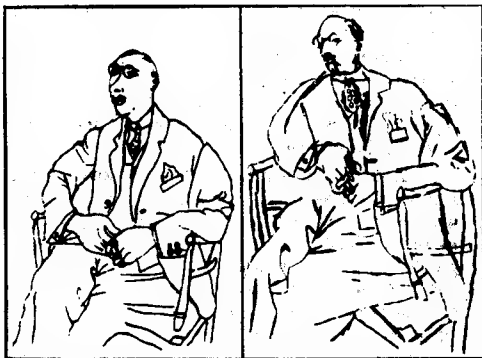
Наблюдения над больными, у которых было перерезано мозолистое тело, показали, что «разделение полушарий создает две независимые сферы сознания в одном черепе, иными, словами, в одном организме», — пишет Газинига. Ясно, что эти сферы (но зависимые) имеются в неоперированном мозге. То, что левое полушарие способно «говорить» и понимать речь, а правое





Любопытное наблюдение сделала американская преподавательница рисования Элизабет Эдвардс: ее ученики нередко лучше справлялись с копированием сложных рисунков, если эти рисунки представлялись им в перевернутом виде. Заинтересовавшись этим явлением, Эдвардс провела следующий эксперимент: 84 школьника копировали портрет Стравинского работы Пикассо (рис. сверху), положив его на стол правильно, а другие 84 ученика должны были перерисовывать портрет, перевернув его. Результаты наглядны: во второй группе копии получились гораздо более близкими к оригиналу (фото двух из этих рисунков — внизу слева), хотя уровень рисовального мастерства у обеих групп был одинаков.

Глубже изучая этот феномен, Э. Эдвардс пришла к следующему выводу. При рисовании, считает Эдвардс, левое полушарие, более рациональное и логичное, стремится осознать, назвать словами рисуемый объект. Этим оно только мешает правому полушарию, которое специализируется на восприятии образов, образном мышлении. Перевернув копируемый рисунок, мы затрудняем его понимание для «логичного» левого полушария, и в дело вступает правое, без труда улавливающее взаимное расположение линий и пятен и копирующее их на бумаге, не особенно задумываясь, что же означают эти линии.



нет, приводит некоторых исследователей к такому выводу: мыслительные процессы левого полушария могут быть представлены в словесной форме непосредственно, а происходящие в правом — только после передачи соответствующих сигналов в левое и преобразования там в речь.

Всегда ли это возможно и легко ли протекает такой процесс? По-видимому, нет, о чем свидетельствуют, например, широко известные слова Эйнштейна: «Психические сущности, которые, вероятно, служат элементами мысли, — это определенные знаки и более или менее ясные образы, которые можно «произвольно» воспроизводить и комбинировать между собой... Обычные слова и другие знаки приходится мучительно изыскивать лишь на втором этапе, когда упомянутая игра ассоциаций достаточно установилась и может быть по желанию воспроизведена».

Известно также, что правое полушарие управляет нашими чувствами наравне с левым, и если эмоциональное воздействие исходит из правого полушария, человек, у которого перерезано мозолистое тело, не в состоянии объяснить, почему он испытывает, скажем, удовольствие.

Возникает вопрос: а не являются ли некоторые наши «необъяснимые» поступки и переживания следствием работы именно правого, безмолвствующего полушария, работы, результаты которой не переданы в левое полушарие или не расшифрованы там, а значит, и не выражены в виде слов. Не является ли «подсознание», о котором любят говорить не только мистики, но и вполне материалистически мыслящие художники, поэты, писатели, вообще люди творческой жилки, не является ли это «подсознание» просто-напросто продуктом деятельности правого полушария, которое, как мы знаем, более склонно к познанию мира в конкретных образах?

И если правому полушарию недоступны словесные абстракции (то есть абстракции очень высокого уровня), не зависит ли осознание человеком себя как социального существа от деятельности именно лево-



го, речевого полушария? Самосознание личности и понятие социума — абстракции очень высокого ранга, чтобы понять их, необходима серьезная мыслительная работа. Иное дело, что, восприняв эти абстракции, левое полушарие как бы делится ими с правым: больные с перерезанным мозолистым телом вполне способны оценить правым полушарием содержание исторической картины и опознать национальные флаги разных стран, причем оценить их жестом «хорошо» или «плохо» соответственно своим социальным и политическим взглядам.

Но прежде чем мозг займется столь высокими абстракциями, необходим тренинг — воспитание способности к абстрагированию на словесном уровне. Не случайно дети, вскормленные волками, теряют способность к речи: чтобы говорить, нужно общаться с другими людьми. И, пожалуй, не будет натяжкой сказать, что обучение математике, логике, иностранным языкам также является тренингом аппарата абстрагирования. Аппарата, благодаря которому приобретают для человека плоть и кровь такие абстракции, как гражданственность, интернационализм и многие другие, характеризующие истинно человеческие качества гармонически развитой личности.

С позиций понимания роли полушарий в познании и осмыслении мира становится ясным, почему неумеренное увлечение телевидением в ущерб чтению наносит серьезный удар становлению личности ребенка. Телевидение с его огромным потоком зрительной информации оказывает воздействие главным образом на правое полушарие. Быстрая смена изображений, невозможность вернуться назад и еще раз просмотреть недостаточно понятые кадры — эти отрицательные черты любого динамического искусства особенно явственно выступают именно в телевидении, вещающем целый день без отдыха.

Ведь и в кино и в театре зритель встречается с определенной, строго дозированной зрительной информацией, а затем, во время возвращения домой, можно обсудить увиденное, поразмыслить над познанным. Телевидение же гонит вперед своих взмысленных лошадей, и нужно обладать очень большой силой воли, чтобы повернуть выключатель. Осмысление увиденного (передача информации из правого полушария в левое и перекодирование в слова) требует и времени и — главное! —

навыка. А навыка-то и нет у маленького ребенка. Мы ведь знаем, что только к пяти годам складывается абстрагирование на уровне достаточно обширных понятий, большие же дозы телевидения не поощряют, а, наоборот, затормаживают у малыша процесс формирования такого важного умения, как умение осмысливать.

И наоборот, чтение активно формирует способность левого полушария к абстрагированию, а кроме того, возбуждает и умение внутреннего представления, то есть перекодирования абстрактного слова в конкретно «зримый» образ, это важнейшее свойство «читающего человека». Этот последний процесс начисто отсутствует при рассматривании картинки на экране. В итоге «читающий человек» формируется в более интеллектуальную личность, нежели тот, кто всецело отдается лишь зрительным впечатлениям без их обсуждения и осмысления в словах, то есть на уровне абстракций.

В последние годы увлекаются машинным обучением, по сути, тем же телевидением, только более скучным. Оно берет начало от картинок-«комиксов», которыми так насыщены различные инструкции по эксплуатации всевозможных приборов и механизмов. Слов нет, при обучении тому, как надо выполнять ту или иную регламентированную работу (а в этом и заключается цель инструкции), подобные «комиксы» незаменимы. Но вот обучение наукам... Не отнимает ли машинное обучение у познающего мир человека нечто очень важное, а именно те богатые ассоциации, которые возникают при чтении текста и которые связаны именно с абстрактностью, с принципиальной многозначностью слова? Не убивает ли сугубая конкретика образов, их жесткая заданность той способности к размышлению, к генерированию в себе пусть неясных, но столь ценных внутренних представлений, о которых упоминал Эйнштейн? Над этим стоит подумать...

Новые исследования, проведенные в Лаборатории физиологии зрения, дают уже на нынешнем этапе много материала для размышлений всем, кто так или иначе обязан по своей профессии воздействовать на сознание других людей, — журналистам, педагогам, пропагандистам, воспитателям. С еще одной, необыкновенно интересной стороны предстал перед нами наш мозг. Сделан еще один шаг к познанию человеком самого себя.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Тренировка умения мыслить логически

#### СХЕМА СМЕХА

[числовой ребус]

В примере деления все цифры заменены буквами и звездочками. Одинаковыми

```

*****
****х*
*х*а*
*****
*****
*****
*****
*****

```

схема  
смеха

буквами обозначены одинаковые цифры, а разными буквами — неодинаковые цифры. Восстановите первоначальный вид примера.

Э. РЕКСТИН

(г. Рига).



# ПЕЧАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ ОКРУГА КЕРН

Округ Керн лежит в американском штате Калифорния, штате, известном своим мягким климатом и плодородными почвами. Местное население — в основном фермеры, сеющие пшеницу и разводящие овец. Дела шли хорошо. Озеро Буэна-Виста, находящееся здесь, окружено широкой полосой пойменных земель — почти 25 тысяч акров (10 тысяч гектаров). Каждый год на этих акрах сеяли пшеницу, но каждые три года из четырех осенью озеро выходило из берегов, губя большую часть урожая. Зато наводнения оставляли на пойме плодородный ил, и на четвертый год урожай выдавался таким, что сливой покрывал все убытки предыдущих трех лет.

Так шло десятилетиями. Но вот в начале нашего века фермеры округа, посоветовавшись между собой, решили, что благосостояние их значительно улучшится, если они уничтожат всех вредоносных хищников в округе. Многие из жителей были охотниками. И вот, вооружившись ружьями, капканами и отравленными приманками, фермеры объявили войну вредителям: лисам, скунсам, хорькам, всяким там совам, филинам, ястребам, а заодно и змеям — уж это наверняка зловерные твари! А в 1924 году к списку подлежащих полному истреблению присоединили еще и койотов.

Наступил 1926 год, по расчетам, он должен был оказаться особо плодородным. Так и вышло, в закрома был собран богатый урожай, земледельцы подсчитывали прибыль, соображая, как выгоднее продать зерно. Но вот в октябре, уже после жатвы, начались мелкие неприят-

ности. Стали замечать, что на пойменных землях, где после сбора урожая осталось немало колосков и просыпанного зерна, завелись во множестве мыши. К ноябрю некоторое, пока небольшое количество мышей — всего каких-нибудь сто тысяч — вышло с пойменных полей и пошло на поиски новых источников пропитания. Кое-где этих зверьков было так много, что нога, поставленная на землю, утопала в мышах по щиколотку. Но жители округа Керн не унывали: ведь они уже справились с таким множеством вредителей, неужели не найдут управы на мышей? И местный клуб бизнесменов собрал пятьдесят долларов на покупку крысиного яда.

Мягкая калифорнийская зима пришла в самом начале 1927 года, температура упала до нуля. И вот с пойменных полей потекла серо-коричневая волна — грызуны двинулись к теплу и калорийной пище. По описаниям очевидцев, поля и холмы словно шевелились.

В газете «Лос-Анджелес таймс» 15 января появилась сенсационная заметка: «Армия полевых мышей съела овцу у селения Тафт». Репортер писал: «Сообщают, что передовой отряд армии мышей, ворвавшийся в Тафт, убил и съел овцу на ранчо Сан-Эмилио. Несчастное животное было заперто в загон, куда через щели ворвались несметные полчища голодных грызунов». К 18 января сообщения из Керна перешли на первую страницу газеты. И одним из журналистов было впервые сказано слово о причинах бедствия: «Оно отягощается тем фактом, что здесь уже много лет велась непрекращаю-

щаяся война против естественных врагов мышей, таких, как койоты, пустельги, дикие кошки и другие хищные звери и птицы».

В середине января мыши занимали территорию размером 12 на 8 миль. С севера Калифорнии в Керн прислали вагон с несколькими сотнями голодных кошек. Но те вскоре так растолстели и обленелись от изобилия живой пищи, что стали ловить не больше мышей, чем им требовалось для насущного пропитания.

19 января из Вашингтона был вызван главный американский специалист по борьбе с вредителями сельского хозяйства Стэнли Пайпер. С ним прибыла команда из 25 дератизаторов, они разбили палаточный лагерь на берегу озера и прежде всего попытались прикинуть размер вражеской армии. Перекопав один акр (0,4 гектара) пшеничного поля, они насчитали четыре тысячи норок. И так, вся пойма извергла на окрестные селения сто миллионов грызунов.

Пайпер срочно выписал со складов за пять тысяч долларов сорок тонн люцернового силоса, щедро приправленного стрихнином (о пятидесяти долларах на яд смешно было вспомнить). С такими средствами к концу февраля война была выиграна. Она стоила фермерам более полумиллиона долларов — столько было уничтожено зерна в закромах. И примерно в такой же сумме выражались убытки, причиненные мышинными зубами в частных домах и учреждениях, остановкой движения на дорогах (машины не могли пройти по шоссе, в несколько слоев занятому мышами).

Вспомним школьный учебник биологии. Если паре мышей предоставить беспрепятственно размножаться, если их потомство тоже выживет и даст следующее поколение, и так в течение всего одного года, в милой семейке окажется более миллиона мышей. Это и случилось в округе Керн.

По материалам журнала «Одубон» [Канада].

# АБУ АЛИ ИБН СИНА— ЭНЦИКЛОПЕДИСТ

Академик АН Узбекской ССР К. ЗУФАРОВ,

доцент Ю. АРЗУМЕТОВ (г. Ташкент).

«Все в мире покроется пылью  
забвенья,  
Лишь двое не знают ни смерти,  
ни тленья:  
Лишь дело героя да речь мудреца  
Проходят столетья, не зная конца.  
И солнце, и бури — все выдержат  
смело  
Высокое слово и доброе дело».

Абулькасим ФИРДОУСИ.

«В Европе средних веков никого нельзя поставить с ним рядом ни по объему разнообразных знаний, ни по талантовости, трудоспособности и гигантским творческим итогам», — сказал о Ибн Сине видный специалист в области истории медицины профессор Б. Д. Петров.

Деятельность и труды Ибн Сины, известного в Европе под именем Авиценны, составили целую эпоху в истории мировой культуры.

Универсальность научных интересов Ибн Сины исключительна: философия и математика, астрономия и физика, химия и биология, медицина и фармакология, филология и лингвистика. До нас дошло 274 труда Ибн Сины.

Ибн Сина обогатил сокровищницу человеческого знания многими передовыми для того времени идеями и оказал громадное влияние на последующее развитие восточной и западноевропейской прогрессивной философии и науки. Он написал двадцатитомную философскую энциклопедию «Справедливость» и «Восточная философия». Но эти книги были потеряны еще при его жизни. Им помогли исчезнуть без следа исламские ортодоксы, считавшие их еретическими. Исключительно интересны дошедшие до нас философские произведения Ибн Сины «Книга исцеления», «Книга спасения»

«Книга указаний и направлений», «Книга знания» и многие другие. Некоторые из них переведены на русский, узбекский и таджикский языки.

Используя ценное наследие своих предшественников, Ибн Сина создал философию, ставшую в эпоху раннего средневековья вершиной развития теоретической мысли в странах Ближнего Востока. Историки философии уподобляют Ибн Сину его великому античному учителю Аристотелю. И не только по глубине и энциклопедичности знаний, но и по всему строю философской мысли, противоположному всякому догматизму и богословской схоластике. Более того, Ибн Сина критически отнесся к наследию Аристотеля, освободил его от многих платоновских идеалистических наслоений, внесенных восточными неоплатониками, и высказал новые, оригинальные, прогрессивные идеи. Материалистические тенденции аристотелизма в его философии нашли свое дальнейшее развитие.

Ибн Сина сумел преодолеть в философии груз идеалистических традиций ислама и выйти за рамки обязательных предписаний официальной религии и богословия. В противоположность религиозным легендам о сотворении мира Ибн Сина создает философскую систему, взявшую за основу происхождения мира «те состояния бытия, которые происходят из самого бытия и неотъемлемо присущи ему». Ибн Сина верит в объективное существование материи, в ее бесконечность, несотворимость и вечность. Он стремится объяснить явления природы, исходя из ее собственных закономерностей. Сверхъестественная инстанция, по Ибн Сине, не имеет какого-либо влияния на события в природе. Бог осуществляет лишь первый толчок, после которого ему делать нечего — дальше мир развивается по своим собственным законам.

Благодаря своей смелости он совершил настоящий подвиг в науке. Далеко опередив свое время, великий философ писал:

За безбожье свое перед собой одним я  
в ответе.  
Крепче веры моей не бывало на белом  
свете,  
Но коль даже единственный в мире —  
и тот «еретик»,  
Значит, нет, говорю, правых  
в нашем столетии!

Ибн Сина собрал огромный фактический материал и разработал различные методы

Портреты Галена, Авиценны и Гипократа.  
Национальная библиотека в Париже.



GALENVS AVICENA HIPOCRATES



# ВРАЧ, ФИЛОСОФ,

(к1000-летию со дня рождения)

исследования в области минералогии, высказал глубокие мысли о составе и свойствах минералов, о причинах горообразования, происхождения вулканических явлений. По его гипотезе, вулканические явления связаны с рождением гор и землетрясениями. Причиной же горообразования ученый считал действие текущих вод, которые, прокладывая себе новый путь, сносили поверхность земли и намывали горы. Горы могли возникнуть, по его мнению, и в результате поднятия земли, или сильного землетрясения, или из осадочных пород.

Ибн Сина был известен и как лингвист, писатель и поэт. Он написал повести «Хайй ибн Якзан», «Соломон и Ибсал», «Рисала ат-Тайр», «Повесть о Юсуфе».

По словам советского востоковеда академика Е. Э. Бертельса, Ибн Сина для истории таджикской и персидской литературы — это незримый очаг подземного огня, питающий целую цепь огнедышащих вершин. Действительно, повесть Ибн Сины «Хайй ибн Якзан» в дальнейшем послужила основой для одноименного философского романа арабского писателя Ибн Туфейля, родившегося в 1110 году. (В русском переводе это произведение опубликовано в 1920 году.) А на мотив аллегории «Рисала ат-Тайр» («Птица») позднее были написаны



Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина (980—1037). Реконструкция М. М. Герасимова.

произведения Фариридина Аттара и Алишера Навои.

Следуя своему великому предшественнику и учителю аль-Фараби, Ибн Сина выступал за государственное устройство с идеальным общественным порядком — без бездельников и ростовщиков, без духовенства и аристократии и других паразитиче-

АБУ АЛИ ИБН СИНА

## «КАНОН ВРАЧЕБНОЙ НАУКИ»

И

## «Д А Н И Ш - Н А М Э»

(«КНИГА ЗНАНИЯ»)

Приводим небольшие отрывки из этих сочинений великого ученого

«Медицина прежде всего разделяется на 2 части: теоретическую и практическую. Каждая из этих [частей] является наукой и теорией. Однако та часть, которая особо именуется теорией, говорит только о возрени-

ях..., то есть это та часть, при помощи которой познаются натуры, соки, силы, разновидности болезней, их проявление и причины. Та часть, которая особо именуется практической, дает познание того, как произво-

дить процедуры и устанавливать режим, то есть это та часть, которая учит тебя, как сохранить здоровье при таком-то состоянии тела или же как лечить тело при таком-то заболевании». («Канон врачебной науки», кн. 1.)

«Болезни бывают простые и сложные. Простая болезнь — это болезнь, являющаяся одной из разновидностей заболевания натуры или одной из разновидностей болезни сочетаний... А сложная болезнь — такая, в которой соединяются две из этих разновидностей или больше, сливающиеся в одно заболевание» (кн. 1).

«...кто знает причины болезней, тот, конечно, сможет доставить все полезное для тела, заключая на основании противоположности. Действительно, такая медицина наиболее сообразна с природой. Например, голод есть болезнь, ибо все то, что приносит человеку тя-



Подготовка к операции. Старинная персидская миниатюра.

ских слоев. В государстве, говорил он, не должно быть ни одного человека, который не занимал бы установленного для него места. Каждый должен заниматься каким-нибудь полезным делом. Человек не может удовлетворять свои личные потребности иначе, как в общении с другими людьми, в согласии с ними. Он не может жить вне общества. Живя же в обществе, люди не могут не сотрудничать. Но отношения между ними должны соответствовать нормам справедливости, установленным мудрым, любящим науку, справедливым государем. Однако, если законодатель несправедлив, замечает Ибн Сина, то «восстание против него оправдано обществом». Давать подробный комментарий этим смелым, глубоким высказываниям Ибн Сины нет необходимости.

Наиболее значительное творение, принесшее Ибн Сине мировую славу, — «Канон врачебной науки».

Советские ученые — востоковеды, историки, врачи — впервые в мире перевели и издали с глубокими научными комментариями полный «Канон врачебной науки» на русском и узбекском языках. Научная общественность страны получила возможность самостоятельно ознакомиться и оценить этот выдающийся памятник человеческой культуры — энциклопедический свод медицинских знаний древнего мира, итог воззрений и опыта древнегреческих, римских, индийских и среднеазиатских врачей. Ибн Сина не ограничился пересказом прошлого, он подверг его критическому разбору и пересмотру. Благодаря этому «Канон», став поистине новым этапом в развитии медицины, послужил основой для быстрого расцвета медицины, начавшегося в XVI—XVII веках.

Советский ученый, академик В. Н. Терновский считал, что «этот колоссальный свод медицинских знаний представляет собой одну из вех на пути развития подлинных идей гуманизма, связанных с борьбой за охрану здоровья и процветание человека. Величайшие памятники человеческого ума, к которым принадлежит «Канон», как факелы, освещают исторический путь, по которому идет человечество». Профессор Б. Д. Петров писал, что «Канон» —

гость, называется болезнью. Какое же лекарство от голода? Очевидно, то, что утоляет голод. Но это делает пищу, поэтому в ней и заключается лекарство. Так же точно жажду прекращает питье, переполнение же, в свою очередь, врачует опорожнение, опорожнение же — переполнение, труд врачует отдых и, наоборот, покой — труд. Одним словом, противоположное есть лекарство для противоположного, ибо медицина есть прибавление и отнятие: отнятие всего того, что излишне и вредно, прибавление же недостающего» (кн. II).

«Знай, что нет ничего хуже, чем переедать... Чрезмерное перенасыщение при всех обстоятельствах, будет ли оно от еды или питья, приводит к смерти. В результате чрезмерного насыщения немало людей задыхнулось и умерло» (кн. I).

«Не следует наполнять желудок в такой степени, при которой не остается места для дополнительной пищи, а надо переставать есть еще при наличии некоторого аппетита. Этот остаток аппетита является продолжением чувства голода, которое через незначительное время исчезает» (кн. I).

«Самое главное в режиме сохранения здоровья есть занятия физическими упражнениями...

...Умеренно и своевременно занимающийся физическими упражнениями человек не нуждается ни в каком лечении...

...Физические упражнения... усиливают способности к действию и способности к испытанию действия на себе. Бросивший заниматься физическими упражнениями часто чахнет, ибо сила его органов слабеет

вследствие отказа от движений» (кн. I).

«Массаж бывает различным: сильным, который укрепляет тело, слабым, в результате чего тело смягчается, продолжительным, от чего человек худеет, и умеренным, от чего тело процветает...

...Массаж преследует следующие цели: уплотнение рыхлых органов, затверждение мягких, разрыхление плотных органов и размягчение твердых органов» (кн. I).

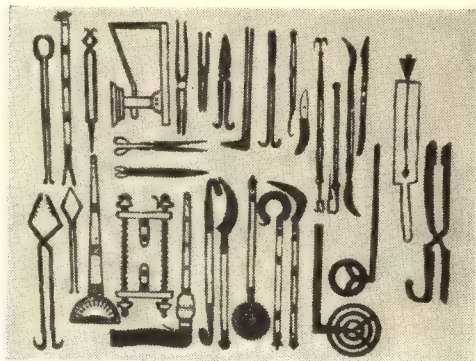
«Прощупывать пульс должны в такое время, когда человек свободен от гнева, радости, не делает физических усилий, не испытывает каких-либо воздействий, отягощающей сытости или голода, не прекращает обычного образа жизни... Предварительно следует испытать пульс у уравновешенного человека с превосходным



не только итог тысячелетнего развития медицины и знаний о природе, подведенный рукой философа-энциклопедиста и замечательного врача, «Канон» — это и новый этап развития медицины, и программа действий для последующих поколений, и во многом предвосхищение тех путей и достижений, для воплощения которых в жизнь человечеству понадобилось еще несколько столетий.

Каждая из книг «Канона» богата по содержанию, в каждой из них четко определена материалистическая направленность исходных позиций автора, основанных на опыте многих поколений и подкрепляемых собственными наблюдениями, каждая из них отличается исключительно рациональной системой изложения всех накопленных фактов. Так, учение о строении и деятельности организма у Ибн Сины правильно представлено как неразрывная и важнейшая часть медицинской науки. Ибн Сина относит его к категории знаний, которые «врач обязан доказывать в своей науке» и которые «врач должен исследовать при помощи внешних чувств и рассечения».

Изложение учения о строении и отправлениях органов в «Каноне» предшествует многим другим вопросам патологии и терапии. Такое расположение материала в нем отличается от многих других подобных сочинений предшественников Ибн Сины и идентично плану построения многих современных медицинских учебников и руководств.



О строении и деятельности органов в «Каноне» приводятся обширные для науки того времени сведения. Таковы, например, данные о печени. Не углубляясь в детали представлений Ибн Сины о строении и деятельности печени и отсылая интересующихся к первоисточнику, отметим лишь, что признание Ибн Синой первенствующей роли печени в организме животного, понимание, что пища может быть усвоена тканями лишь после того, как она подверглась основательной переработке в печени и, наконец, его догадки о механизме желчеобразования более близки к современным знаниям, чем представления врачей и ученых XVIII и начала XIX века.

Многое из учения Ибн Сины о признаках и распознавании болезней пережило века и сохранило практическое значение и понятие. Важно, например, что при определении

здоровьем, чтобы сравнить с ним пульс больного» (кн. III).

Способов распознавания состояния сердца, по Ибн Сине «...восемь: по пульсу, по дыханию, по сложению груди, по растительности на груди, по тому, каково тело на ощупь, по качествам нрава, по силе или слабости тела, а также по настроению человека».

«...поскольку сердце есть орган главенствующий, первый из всех главенствующих органов и важнейший из них, то решимость пользоваться его лекарствами должна быть решимостью, опирающейся на великую рассудительность...» (кн. III).

«Знай, что если ты ошибаешься при лечении печени, твоя ошибка перейдет на сосуды и затем на все тело» (кн. III).

«Гнев сильно горячит тело, печаль сильно высуши-

вает его, апатия ослабляет душевную силу и склоняет натуру к слизистости...

...В итоге уравнивания характера достигается сохранение здоровья одновременно для души и тела».

«К числу необходимых для младенцев полезных средств для укрепления натуры относятся: во-первых, легкое покачивание и, во-вторых, музыка и песня, напеваемая обычно при убаюкивании. По степени восприятия этих двух вещей ребенком устанавливают его предрасположение к физическим упражнениям и музыке. Первое относится к телу, второе — к душе» (кн. I).

«Постоянное пьянство вредно, оно портит натуру печени и мозга, вызывает заболевание нервов, сакту и внезапную смерть».

«Питье вина детьми похоже на добавление огня к ог-

ню или добавление к огню сухих дров» (кн. I).

При лечении ангина «...своевременное полоскание горла уксусом, как только начнется опухоль языка или ангина, — одно из средств, разгоняющих опухоль и препятствующих [ее образованию] путем привлечения обильной влаги. Это также задерживает опухоль, которая едва образовалась. К подобным лекарствам принадлежат также квасцы, галлы, цветки гранатника и разваренные гранаты обоих видов; из них изготовляют лекарство для лизания. Молоко принадлежит к числу драгоценных лекарств в начале и в конце [болезни], ибо оно разгоняет опухоль, размягчает ее и успокаивает...» (кн. III).

«Нередко в горло вводят трубку, изготовленную из золота, серебра или чего-





Ибн Сина у постели больного. Персидская миниатюра.

диагностического значения симптома Ибн Сина рассматривал его в комплексе с другими проявлениями болезни. Распознавание и правильная оценка различных признаков болезни, считал он, дают врачу возможность

точно выбрать лечение, установить его прогноз и, наконец, добиться у больного глубокого доверия к своим действиям. Не потеряли ценности указания Ибн Сины о необходимости различать признаки по их значению: признаки ли это основного заболевания, сопутствующего ли («соучастствующего») или осложнения. В каждом конкретном случае они и определяют терапевтическую тактику врача.

Имеют определенное историческое значение и взгляды Ибн Сины на жизнедеятельность организма. Фундамент этих его представлений составляло широко распространенное у разных народов древнее учение об основных простых элементах (земля, вода, воздух, огонь), первокачествах (горячность — холодность, сухость — влажность) и соках организма. В учении о соках Ибн Сина утверждал, что организм находится в теснейшей органической связи с внешней средой — через пищу, дыхание, климатические и другие факторы природы. Что единство, целостность организма, взаимосвязь всех его органов существуют именно благодаря постоянному движению соков и проникновению их во все части тела. В силу этого любую болезнь он понимал как общее страдание организма.

Ибн Сина признавал, что при заболевании возможны изменения и в жидких частях организма (в составе и качестве соков), и в плотных его структурах (морфологические нарушения, как говорим мы сейчас).

либо подобного, которая помогает дышать. Когда ангины усиливаются так, что лекарства не действуют, и [больной] убежден в своей гибели, то подающим надежду на спасение является разрез дыхательной трубки» (кн. III).

«Что же касается миндалин, то их подцепляют крючком и вытягивают наружу, насколько возможно это сделать, не вытягивая вместе с ними оболочек, потом режущим инструментом миндалины вырезают круговым разрезом выше корня, примерно на четверть [их] длины, предварительно перевернув сначала инструмент. Их вырезают одну, затем другую, предварительно приняв во внимание упомянутые [выше] условия, относящиеся к их цвету и объему. Когда отрезанное отпадает, то дают вытечь порядочному количеству крови, [больной] лежит лицом вниз,

чтобы кровь не шла в горло, он прополаскивает рот остуженной водой с уксусом и вызывает у себя рвоту и кашель, дабы прочистить внутренность [горла], а после этого на [место отреза] кладут что-нибудь кровоостанавливающее, как, например, калкатар, квасцы и купорос, затем [больной] полощет горло тепловатым отваром улайка с листьями мирта» (кн. III).

«Сарсам (менингит) есть острое воспаление или опухоль оболочек мозга; начальные симптомы этой болезни — головные боли, беспокойный сон и беспричинная угнетенность. По мере развития болезни наступает возбужденное состояние, страшные боли в голове и затылке. Иногда появляется кровотечение из носа и некоторое недержание мочи. Когда болезнь развилась, то всякая надежда на излече-

ние становится тщетной. Лихорадка и психическое угнетение усиливаются, больной остается безмолвным и безразличным ко всему, что возле него происходит. Дыхание становится частым и неровным, однако сохраняется большие размахи, появляются общие и местные подергивания. Сон делается возбужденным и расстраивается галлюцинациями. Больной становится все более возбужденным и кричит и не выносит света. В конечном периоде болезни наступает паралич языка, развивается полная потеря чувствительности. Если к больному прикоснуться острием ножа, то даже при нажатии на него больной ничего не чувствует...» (кн. III).

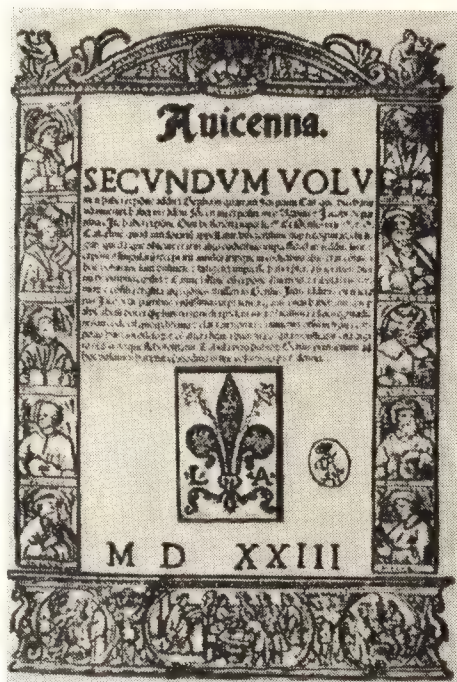
«Знай, что название «флегмона» на языке греков означает всякое воспаление, затем так называют всякую горячую опухоль и



Причинами болезни он признавал только лишь различные внешние и внутренние сугубо материальные факторы. Демонические же, кодовские силы им полностью отвергались. В числе причин поражений печени он указывал, например, такие токсические факторы, как недоброкачественная пища, употребление воды из заболоченных мест, злоупотребление вином, пряностями, неправильное чередование некоторых видов пищи. Печень заболевает также, считал Ибн Сина, при расстройствах работы желчного пузыря и желчевыводящих путей желудка и кишечника, при нарушениях пищеварения, при различных лихорадках и отравлении животными ядами.

В рассуждениях о лечении недугов в «Каноне» Ибн Сина рассматривает болезнь с точки зрения общего страдания, динамичного, циклично протекающего процесса, различного по происхождению, течению, тяжести и прогнозу — в зависимости от индивидуальных особенностей и своеобразия натуры (конституции) больного.

Наблюдения и опыт, материалистическое понимание причин здоровья и болезни, единства организма и внешней среды, отрицание астрологии и колдовства, признание психических факторов в возникновении болезни, указания на деятельные силы природы и активную роль врача в восстановлении нарушенного здоровья человека и многое другое суть главное в медицинских взглядах Ибн Сины. Поэтому учение его живо в современной медицине и имя его



бессмертно. Это был воистину выдающийся, разносторонне образованный врач-философ, энциклопедист, который мыслями своими и идеями, отраженными в его сочинениях, продолжает служить современности, помогает глубже и шире изучать мир.

затем — горячую опухоль, обладающую упомянутыми качествами и не свободную от воспаления вследствие задержания крови и закупорки пор» (кн. IV).

«...сила разума бесконечна и мыслимое им является бесконечным. Разум может воспринимать все, что угодно». («Даниш-намэ»).

«Противоположность каждого движения есть покой. Тело, которое движется в отношении места, или по количеству, или по качеству, или же в другом смысле, если оно движется равномерно, [то дойдет до такого] состояния, которое называется покоем». («Даниш-намэ»).

«Наука музыки состоит из двух частей. Первая часть — гармония, предмет этой части — звуки, в ней рассматриваются их консонантность и диссонантность. Вторая часть — ритмика, предмет этой части — про-

межутки времени между звуками и удары, следующие друг за другом; в ней рассматриваются размер и отступление от размера. Цель обеих частей — создание мелодии». («Даниш-намэ»).

«В задачу сочинения мелодии входит и ее украшение. В основе лежит то, что мы уже говорили, когда рассматривали вопрос о сочинении мелодий. Украшения относятся как к звукам, так и к ритмам.

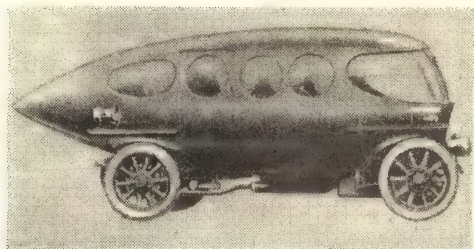
Из украшений, относящихся к звукам, можно назвать трель, смешение звуков, глissандо и наложение...

Что касается украшений, относящихся к ритму, то они состоят или из увеличения, или из уменьшения по количеству или по числу. Умножение производится путем прибавления количества времени при замедлении движения — это то, что называется «чтением на-

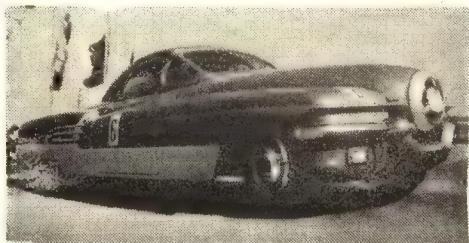
распев», сокращение по количеству времени называется «ускорением». Сюда же относится «растягивание» звука и его «укорочение».

Что касается увеличения или уменьшения по числу, то сюда относится уменьшение числа ударов при сохранении их времен — это называется «свертыванием». Если большие интервалы заполнить ударами, находящимися там потенциально, то это называется «умножением» — когда удары находятся внутри самого периода, «введением» или «поддержкой» — когда они находятся перед периодом, «переходом» — когда они находятся в паузе. Умножение предпочтительнее при тяжелых ритмах, свертывание — при легких. В обоих случаях неплохо придерживаться того же самого звука, но лучше заменять его вариациями» («Даниш-намэ»).

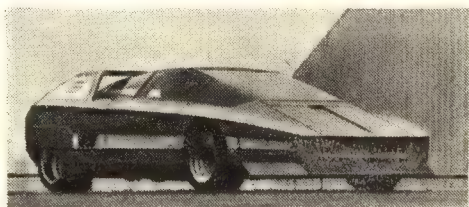




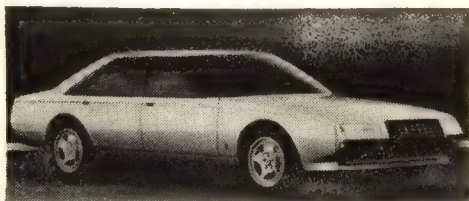
«Альфа-Ромео-ринотти» (Италия). Одна из ранних (1914 г.) попыток создания совершенного с точки зрения аэродинамики автомобиля. Его каплевидный кузов изготовлен в единственном экземпляре кузовной фирмой «Кастанья». Этот автомобиль с двигателем мощностью 82 л. с. (111 кВт) развивал скорость 139 км/ч.



ЗИС-112 (СССР). Пример спортивного дрим-кара первой группы (1951 г.). Число цилиндров двигателя — 8, рабочий объем — 6005 см<sup>3</sup>, мощность — 182 л. с. (247 кВт). Масса машины — 2700 кг, скорость — 204 км/ч. Пластмассовый верх пассажирского помещения был сделан быстрорастяжимым.



«Навахо» (Италия). Поисковая конструкция экспериментального кузова, созданная в 1976 году фирмой «Бертоне» (Италия) на шасси «Альфа-Ромео-33».



«Феррари-пинин» (Италия). Опытный спортивный кузов, разработанный в 1980 году дизайнерской фирмой «Пининфарина» на шасси спортивного автомобиля «Феррари-400».

Автомобиль для многих стал сегодня олицетворением технического прогресса. И неудивительно, что любая информация о моделях завтрашнего дня сразу оказывается в центре внимания общественности.

За машиной поисковой конструкции утвердилось сначала в США, а затем в других странах название «дрим-кар». Первоначальный смысл этих слов (автомобиль-мечта) теперь в значительной мере утрачен, и таким термином стали называть экспериментальные автомобили, прототипы перспективных серийных моделей.

Демонстрация таких опытных машин на различных выставках и пресс-конференциях преследует цель — показать посетителям новинки во внешнем оформлении, проверить реакцию на них автомобилистов, а порой и подготовить их к непривычным конструкторским решениям.

За рубежом в условиях острой конкурентной борьбы за рынки сбыта между автомобильными монополиями и концернами такого рода выставки и специальные рекламные шоу преследуют, конечно, и цель заставить поверить в возможного покупателя, что представленные образцы — воплощение представления о машине, которая ему нужна.

Многие заводы, научно-исследовательские центры, студии промышленного дизайна регулярно готовят для ежегодных автомобильных салонов экстравагантные по внешнему виду машины.

Нередко экспонируются не автомобили, а их макеты, выполненные в натуральную величину. Они знакомят лишь с общей идеей нового решения внешнего вида и интерьера. Под панелями кузова нет двигателей, коробок передач, подвески. Их заменяет каркас для крепления кузова, колес. По существу, это манекены для показа автомобильной моды предстоящих лет.

Анализируя общественное мнение, фирмы среди изобилия причудливых форм, декоративных элементов, смелых пропорций выбирают наиболее рациональные решения и нередко применяют их на практике.

Именно таким путем пришла на серийные модели в сороковые годы бескрылая форма кузова, в пятидесятые — панорамное ветровое стекло, в шестидесятые — прямоугольные фары, в семидесятые — клиновидный силуэт кузова.

Известны, правда, редкие случаи, когда экспонировавшийся на выставке макет с модным силуэтом целиком стал базой для новой модели. Так, в 1968 году итальянская фирма «Пининфарина» разработала внешний облик легкового автомобиля с передними ведущими колесами, прототип которого она демонстрировала на лондонском автомобильном салоне. Права на ее использование приобрел у итальянских дизайнеров французский завод «Ситроен» и положил ее в основу модели «GS», которая выпускается и поныне. Такие дрим-кары обра-



наружной температуре  $+40^{\circ}\text{C}$  в кабину поступает фильтрованный воздух, охлажденный до  $+18 - +20^{\circ}\text{C}$ . Условия работы летчика значительно облегчаются. Зимой при наружной температуре  $-50^{\circ}\text{C}$  в кабине будет тепло, как дома.

А что же с производительностью?

Установка более легкого двигателя позволила увеличить массу поднимаемого груза.

В обычный полет продолжительностью 2 часа самолет Ан-3, как мы его называли, поднимет 1800 кг химикатов вместо 1300 кг у Ан-2.

Благодаря некоторому повышению мощности двигателя самолет гораздо резвее набирает высоту после отрыва: 4 метра в секунду вместо 2 метров у Ан-2. Это важно для безопасности полета. Уменьшилась трата времени на развороты в конце «гона».

В итоге с новой сельхозаппаратурой производительность самолета повысилась в 1,3—1,6 раза, а себестоимость обработки одного гектара снизилась на 25—30 процентов.

Немаловажное достоинство, если учесть, что в нашей стране Аэрофлот ежегодно

обрабатывает с воздуха почти 100 миллионов гектаров!

Часовой расход топлива на сельскохозяйственных работах у турбовинтового двигателя самолета Ан-3—285 кг, а у реактивного двигателя АИ-25—650 кг. В итоге на обработку одного гектара самолетом с ТВД тратится в 2,3 раза меньше топлива, чем с РД.

Установка нового двигателя вместо «лобастого» поршневого сделала самолет более обтекаемым, изящным. А мы давно знаем, что чем самолет красивее, тем лучше он летает.

...Идут летные испытания. Экипаж доволен новой машиной.

Все летные качества повысились. Шум меньше, условия работы летчика заметно улучшились.

Если до сих пор Ан-2 был самым производительным самолетом мира, то теперь мы верим, что лидирующее положение займет самолет Ан-3, который еще крепче будет удерживать флаг этого своеобразного первенства среди сельскохозяйственных самолетов мира.

В добрый путь, Ан-3!

## ЧИСЛОВОЙ РЕБУС

Решите пример:

$$\begin{array}{r} \text{сорок} \\ \text{один} = \end{array} \quad \underline{\quad\quad\quad}$$

40

Здесь цифры зашифрованы буквами. Одинаковым буквам соответствуют одинаковые цифры, разным буквам — разные цифры.

## КРИПТАМИНО

Разложите слово КРИПТАМИНО на слоги. Замените буквы цифрами, так, чтобы получившиеся четыре числа (два трехзначных и два двухзначных) были точными квадратами.

ОТ 1 ДО 9

1	2	3	4	5
16	17	18	19	6
15	24	25	20	7
14	23	22	21	8
13	12	11	10	9

В квадрате  $5 \times 5$  проведите непересекающуюся линию от клетки с цифрой 1 до клетки с цифрой 9 так, чтобы сумма чисел в клет-

ках, по которым проходит эта линия, равнялась 100.

## ЧАСЫ И МАТЕМАТИКА

Часовому мастеру принесли трое часов и попросили выверить их ход. Мастер включил секундомер и посмотрел на часы № 1 и № 2. За 11 минут хода часов № 1 часы № 2 отсчитали 10 минут. Потом он сравнил часы № 2 и № 3: за 12,5 минуты хода часов № 2 часы № 3 прошли 12 минут. Посмотрев затем в течение 8,25 минуты на часы № 1, мастер остановил секундомер и впервые взглянул на него — он отсчитал ровно 30 минут. Определите, какие часы идут точно?

## КОНКУРС МУДРЕЦОВ

Два кандидата на должность мудрецов — Арис и Тотель — явились на аудиенцию к королю с заявлением о приеме на работу и положительными характеристиками. Однако оказалось, что вакантных мест нет, так как

должности мудрецов уже были заняты Платоном и Сократом.

Тогда король решил устроить конкурс и отобрать на службу двух достойных. Он повелел задать всем четырем друг другу задачи и решить их как можно скорее.

Арис решил задачу Платона за 9 минут, Тотель решил задачу Сократа за 4 минуты, Платон решил задачу Тотеля за 2 минуты, Сократ справился с задачей Ариса за 18 минут. Разумеется, каждый мудрец задавал свою задачу пропорционально силе своего ума и решал задачу соперника, не теряя ни минуты.

Король, видя, что штатные мудрецы Платон и Сократ решили задачи за 20 минут, что явно больше 13 минут, затраченных конкурентами, распорядился уволить их и принял Ариса и Тотеля. Прав ли король? Не могли бы вы обосновать правильный выбор?

А. ШВЕЦОВ

(г. Якутск).

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка сообразительности и умения мыслить логически

# СТРЕСС без СТРЕССА



Доктор химических наук Ю. ЧИРКОВ, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».

Новые слова рождаются на наших глазах. Возникнув из небытия, они с удивительной быстротой укореняются в сознании, становятся модой, подчас даже словесной шелухой. И вот их уже (к месту, а то и не к месту!) начинают употреблять и профессора, и администраторы, и домашние хозяйки.

Дату рождения слова «стресс» можно указать абсолютно точно: 1935 год. Известен и его автор — Ганс Селье, крупнейший ученый, живущий ныне в Канаде.

Стресс, стресс, стресс!.. Сейчас говорят о стрессе, связанном с административной деятельностью, с работой оператора, с загрязнением окружающей среды, с выходом на пенсию, с физическим напряжением, семейными неурядицами или смертью родственника. Ученые изучают стресс у зимовщиков Антарктиды, у людей, работающих на Памире в условиях высокогорья, у рабочих, «привязанных» к ленте конвейера. Животные, выращиваемые в крупных промышленных комплексах, оканчивается, тоже подвергаются стрессу, и это серьезная проблема.

Выяснилось, что и жизнь свою каждый из нас начинает под знаком стресса. В чреве матери ребенок защищен в достаточной степени, но после перерезки пуповины предоставленный самому себе он сразу же оказывается во враждебном окружении. На него обрушиваются микробы, холод, жара, потенциально опасная пища, возможность физических повреждений.

С этого момента и до конца дней своих одной из главных проблем для любого человека становится адаптация. Приспособление к всевозможным «нагрузкам», что давят на нас порой даже в самом тихом уголке жизни.

Можно ли противодействовать стрессу, бороться с ним? Имеет ли (и какой?) смысл словосочетание «стресс без стресса»? Об этом и пойдет речь в статье.

## АДАПТАЦИОННАЯ ЭНЕРГИЯ

Ганс Селье — биолог с мировым именем, директор Международного института стресса в Монреале, почетный доктор множества университетов мира, член международных и национальных научных медицинских обществ. Слова «стресс», «стрессор» «адаптационный синдром» неразрывно связаны с его именем. Селье, прекрасный популяризатор своего учения, давно рассказывал историю того, как слово «стресс» вначале пустило первые корни и ростки, а затем завоевало весь мир.

Первоначальный смысл этого английского слова — «напряжение», «давление», «нажим». Пришедшее в биологию из физики, техники, оно не сразу стало означать также и состояние, возникшее под влиянием любых сильных воздействий и сопровождающееся перестройкой защитных систем организма.

Человек давно должен был заметить, что всякий раз, когда на его долю выпадает непривычно сильная нагрузка — будь то плавание в холодной воде, штурм горных вершин или длительная ходьба без привала, он проходит через три стадии. Вначале ему чрезвычайно трудно, затем он привыкает и обретает, так сказать, «второе дыхание» и в конце концов все же теряет силы и вынужден прекратить работу.

Эта трехфазная реакция (глубоко осознанная, изученная Селье) является общим законом, определяющим поведение всех живых существ при любой изнурительной нагрузке. При всяком стрессе. В этом убеждают и простые лабораторные опыты.

Экспериментатор помещает крысу в камеру с очень низкой температурой, скажем, 2 градуса Цельсия. Для нее это процедура малоприятная, но постепенно крыса приобретает способность сохранять тепло в результате сокращения перифери-



ческих сосудов, увеличения основного обмена и других срочных мер. Казалось бы, животное теперь сможет жить в этих экстремальных условиях столь же долго, как и при комнатной температуре, если, конечно, мы будем снабжать его калориями, необходимыми для генерирования достаточного количества внутреннего тепла.

Казалось бы! Опыт, однако, показывает иное. Длительное воздействие холода (как и любых других стрессоров) рано или поздно неумолимо приводит к тому, что крыса теряет способность к сопротивлению. И животное погибает.

Что же произошло с крысой? Субъективное ощущение тут таково. Животное исчерпало какие-то ресурсы, помогающие ему стойко противодействовать стрессу. Эти ресурсы Селье назвал «адаптационной энергией».

Природа адаптационной энергии до сих пор неясна. Понятно только то, что каждый живой организм обладает ограниченным ее запасом, использующимся постепенно для противодействия стрессорным влияниям.

Что истощается? Это не запасы калорий: ведь в опыте крысе обеспечен нормальный прием пищи. Расходование адаптационной энергии скорее можно сравнить с износом автомобиля. Тут уместна такая аналогия (ее предложил Селье). Мы обильно заправляем машину бензином, и все же постепенно она изнашивается. И не способна всегда сохранять свои двигательные качества. Так и живой организм: он тоже становится жертвой износа и амортизации.

Два примера стрессовых ситуаций: призер олимпиады, отдавший победе последние силы; мирные демонстранты, остановленные войсками.



Если пойти по линии обобщений еще дальше, то жизнь любого человека — это история его непрерывной борьбы со стрессом. И тут также имеет место упомянутая выше трехфазная реакция. Эти три фазы при любом стрессе удивительно напоминают три знакомых нам стадии человеческой жизни. Детство (с присущей этому возрасту низкой сопротивляемостью и чрезмерными реакциями на раздражители), зрелость (когда происходит адаптация к наиболее частым воздействиям и увеличивается сопротивляемость) и, наконец, старость (с необратимой потерей приспособляемости и постепенным одряхлением). Старость, заканчивающаяся смертью.

Три фазы стресса — три времени жизни. Поразительная аналогия!

«Уставший» автомобиль ставится на ремонт. В зависимости от «врожденных факторов» (материала, из которого авто изготовлен, конструкции и так далее) восстановление его первоначальных свойств, конечно, возможно. Но лишь на краткий срок. С течением времени такие ремонты надо делать все чаще. И они становятся все продолжительнее. И в конце концов изношенность и неисправность уже не будут поддаваться какому бы то ни было ремонту.

Из личного опыта мы знаем: после крайнего изнеможения здоровый ночной сон (а после более тяжелого истощения — несколько недель спокойного отдыха) восстанавливают сопротивляемость и нашу способность к адаптации.



Вроде бы человек вернулся к исходной позиции — увы! Это не так. Селье считает, что полного восстановления не бывает. Любая биологическая деятельность оставляет на нас необратимые «химические рубцы». И наши запасы адаптационной энергии можно сравнить с унаследованным богатством: можно брать со своего счета (как деньги в банке!), но, однако, не делая дополнительных вклады.

Адаптационная энергия — что же это такое? И что означает «покой», восстанавливающий наши силы? Как, оперируя точными научными терминами, анализируя интимные механизмы деятельности организма, объяснить эти очень важные для нас понятия?

Что это за батареи жизни, которые быстро истощаются при стрессовых нагрузках и которые необходимо вторично заряжать? Ведь знание физико-химических основ истощения при стрессе могло бы помочь нам с умом, так сказать, расходовать адаптационную энергию, а возможно, и восстанавливать ее.

Все эти чрезвычайно актуальные для практики вопросы давно поставлены Селье. Ответы на них только-только начинают складываться.

### БАТАРЕИ ЖИЗНИ

В 1898 году немецкий цитолог Бенда, используя красители, обнаружил в цитоплазме клетки крошечные гранулы. Он дал им имя — «митохондрии».

Долгое время роль этих липлипутов была абсолютно неизвестна. Но вот в тридцатые годы нашего века мощные ультрацентрифуги взломали клетку: удалось выделить митохондрии в чистом виде. В сороковые годы на смену стареньким микроскопам пришли электронные. Тут-то, наконец, и разглядели эти мельчайшие, микронного размера тельца с двойной мембраной и замысловатыми складками-кристами.

Вскоре выяснился важнейший факт: митохондрии оказались силовыми станциями клетки, именно они снабжают организм энергией.

Митохондрии на самых разных уровнях (от молекулярного до физиологического) интенсивно изучают сегодня во многих научных подразделениях страны. Весьма активно, концентрированно их изучение ведется в Биологическом центре Академии наук СССР, который находится под Москвой — в Пущино.

Вот уже много лет ежегодно в Пущино съезжаются со всех концов страны клиницисты, врачи, физиологи, биохимики и биофизики — число активных участников примерно 150 человек. Общая тема этих семинаров — регуляция энергетического обмена в организме.

Как оздоровить, укрепить, вылечить организм человека, улучшая процессы, идущие в митохондриях? Ведь очевидно, что при любых заболеваниях, недомоганиях, различных катаклизмах энергетика в клетках напряжена, и от хорошей работы митохондрий зависит если не все, то многое.

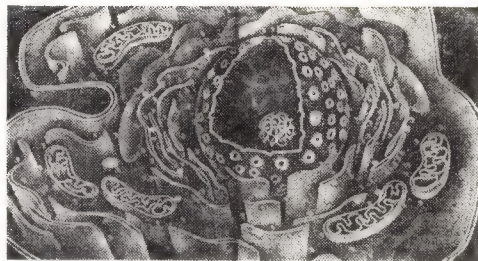
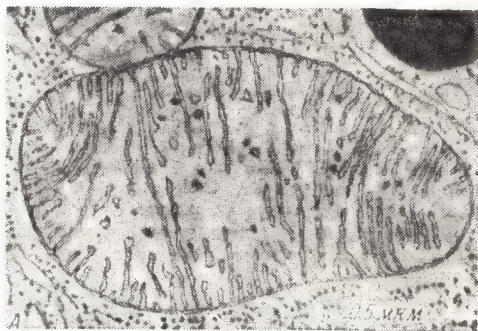
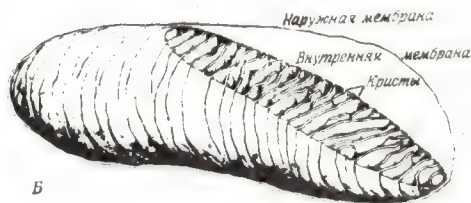


Схема клетки и находящихся в ней митохондрий.



Микрофотография митохондрии, на ней хорошо видна ее структура (А). Внизу — схематическое изображение митохондрии (Б).



Потому-то из возможных «общих корней» заболеваний в первую очередь естественно думать о нарушениях биоэнергетики.

Инициатор съездов в Пущино, умеющий катализировать горячие дискуссии, способствующий формулировке новых проблем, — Мария Николаевна Кондрашова, доктор биологических наук. Она представляет на встречах Институт биологической физики Академии наук СССР. Кондрашова — один из ведущих митохондриологов и биоэнергетиков нашей страны. По ее инициативе и начаты исследования роли митохондрий при стрессе.

Работа ученых показала: биоэнергетика организма очень чувствительна даже к слабым воздействиям. Изменение в состоянии и функционировании митохондрий — естественный отклик организма на любую нагрузку. Пятиминутное облучение электромагнитным полем, сероводородная ванна, принятая курортником, — даже эти мягкие меры способны осуществить «ди-



станционный массаж» митохондрий. А через них — оказать влияние и на работу органов.

Экспериментальные факты четко указывают, что изменение состояния митохондрий есть обязательная составляющая функциональных перестроек организма во всем диапазоне «синдрома адаптации» или просто стресса. И это неудивительно. Стресс характеризует прежде всего неспецифичность. А биоэнергетика и есть то общее (может быть, одно из главных!) неспецифическое средство, которое природа вложила во всякое живое существо.

Изумление охватывает перед этой удивительной хваткостью, целостностью живого. Ведь оно не знает, какие воздействия, беды, испытания его ждут. Оно должно быть готово ко всему... Даже человек с его все, казалось бы, предвидящим мозгом не может предусмотреть все и вся и заготовить специальные «лекарства» от любой беды или невзгоды. Природа поступила иначе: она каждый живой комочек наделила особым даром — умением отвечать общей защитной неспецифической реакцией, годной для любой угрозы или опасности.

«Полная свобода от стресса означает смерть», — пишет Селье. И в другом месте: «Способность к приспособлению является, вероятно, наиболее отличительной чертой жизни.

Ни одна из великих сил неживой природы не в состоянии поддерживать независимость и индивидуальность каких-либо тел в такой степени, как лабильность и способность адаптироваться к изменениям окружающей среды, которые мы называем жизнью и потерю которых означает смерть.

Возможно, — продолжает Селье, — что существует даже определенный параллелизм между жизненностью и способностью к адаптации у каждого животного, у каждого человека...»

Человек и высшие животные обладают «гомеостазом» — умением поддерживать неизменной внутренней среду организма. И эта способность к адаптации и делает их истинно свободными.

А не кроются ли корни этой способности в биоэнергетике организма? В частности, в митохондриях, этих батареях энергии, а, следовательно, и жизни?

Эта гипотеза по мере хода исследований, ведущихся в Пущино и других научных центрах, становится все более правдоподобной и жизненной.

## В ЛАБОРАТОРИИ

Пущино. Институт биологической физики АН СССР. Точнее, его отдел биохимической регуляции митохондрий, который возглавляет М. Н. Кондрашова. Наконец, еще более определено: мы в лаборатории функциональной биофизики митохондрий (ее также ведет Кондрашова). Мне хочется своими глазами увидеть, как в лабораторных условиях экспериментатор вызывает стресс, и понять, какая здесь намечается связь с митохондриями и биоэнергетикой.

В опыте с крысами работают две студентки: Лена Григоренко, приехавшая практиковаться в Пущино из Саратовского университета, и Марьяна Бречкова, оканчивающая физфак МГУ (кафедру биофизики). Она приехала учиться в СССР из Чехословакии.

Для начала мы длинными подземными коридорами с корзинкой в руках отправляемся в виварий за крысами. Чтобы уменьшить, как говорят специалисты, случайный разброс, крысы нужны не беспородные, а линейные, обязательно самцы, и строго определенного веса.

Работница вивария подходит к одному из многочисленных пластмассовых ящиков, расположенных на стеллажах, из них торчит множество любопытных крысиных головок, и бесцеремонно берет за розовый хвостик белую крысу, кладет ее на весы. Отобранным крысам делают пометки на спине, и мы, возвращаемся в лабораторию.

Весь эксперимент в целом проводится под руководством научного сотрудника лаборатории, кандидата биологических наук Елены Борисовны Окон и аспиранта из Львова Игоря Богдановича Гузара. Физик и биофизик по образованию, они давно уже освоили тонкости манипуляций с митохондриями. Они-то и разъяснили мне смысл опыта.

Отобранных крыс нужно подвергнуть стрессу. Тут много возможностей. Крыса — животное очень мобильное, непрестанно двигающееся существо. Если ее даже просто посадить в коробку, лишив движений, она уже почувствует крайнее беспокойство. К числу стрессовых воздействий можно добавить и непрерывно бегущую под лапами, как лента эскалатора, дорожку treadbana. Это выглядит парадоксом, но резкие изменения состояния наблюдаются не у тех животных, которые интенсивно бегут в этих условиях опыта, а у тех, которые отказываются от бега и замирают на краю ленты treadbana. Они переживают эмоциональный стресс, а проще — парализующее напряжение, которое, как выяснилось, больше повреждает организм, чем повышенная деятельность. Да, оказывается не так страшно воздействие, когда с ним борешься, страшнее невозможность бороться или отказ от борьбы, пассивность.

Для того, чтобы в четком виде изучать это явление, для исследования была выбрана классическая модель острого стресса — стресс иммобилизационный.

Лаборантка Ольга Александровна Чельманова берет лоскут бинта, рвет его аккуратно на полоски и с их помощью привязывает лапы крысы к четырем углам плоской дощечки-ложа. Крыса лежит животом к доске, голова ее продета в специальный стальной «хомут», хвост безжизненно свисает вниз.

В таком неудобном для нее положении крыса должна пролежать много часов. Тяжелое испытание для подвижного, непоседливого существа! Стресс обеспечен. Действительно, когда крысу потом

вскрыли, все признаки ярко выраженного стресса были налицо: вес надпочечников увеличился, тимус уменьшился, а складки желудка были покрыты язвами — классическая триада стресса по Селье.

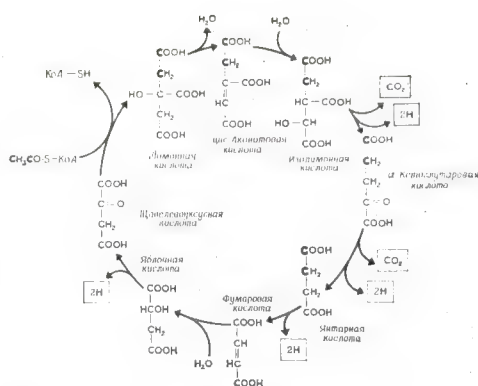
Теперь эксперимент вступил во вторую стадию. От исследований на уровне организма надо было спуститься до уровня клеток, иначе говоря, из печени подвергнутой стрессу крысы надо было умело выделить митохондрии. Процесс сложный, стадийный (ошибка хотя бы в одном звене цепочки может уничтожить плоды всей работы), ведущийся в особой «холодной комнате» при температуре 2 градуса (необходимое условие сохранности биологической ткани).

Отвечая на мои не очень, должно быть, умные вопросы, Лена Григоренко работала быстро и уверенно. А торопиться надо было. Ведь важна не только температура, но и скорость работы: исследователь, словно хирург, не может медлить: вырванные из живого организма митохондрии быстро (уже минут через десять) теряют свои качества, изменяются, «стареют», хотя их и помещают в особый раствор, имитирующий среду организма.

И вот, чтобы убедиться, что в руках «живой» (нативный, интактный — не поврежденный в ходе выделения), а не «дохлый» препарат, исследователь прежде всего измеряет дыхание митохондрий: их способность поглощать кислород (в организме это одна из основных их функций)... Тут прямая связь работы митохондрий с дыханием любого организма.

## ПРИРОДА МОЖЕТ ОШИБАТЬСЯ

Кабинет Марии Николаевны Кондрашовой уже сам по себе многое мне рассказал о занятиях своей хозяйки. На полках рядом с биохимическими много физиологических книг. На стенах — яркие плакаты, наглядно показывающие участие митохондрий в формировании таких состояний организма, как голодание, диабет,

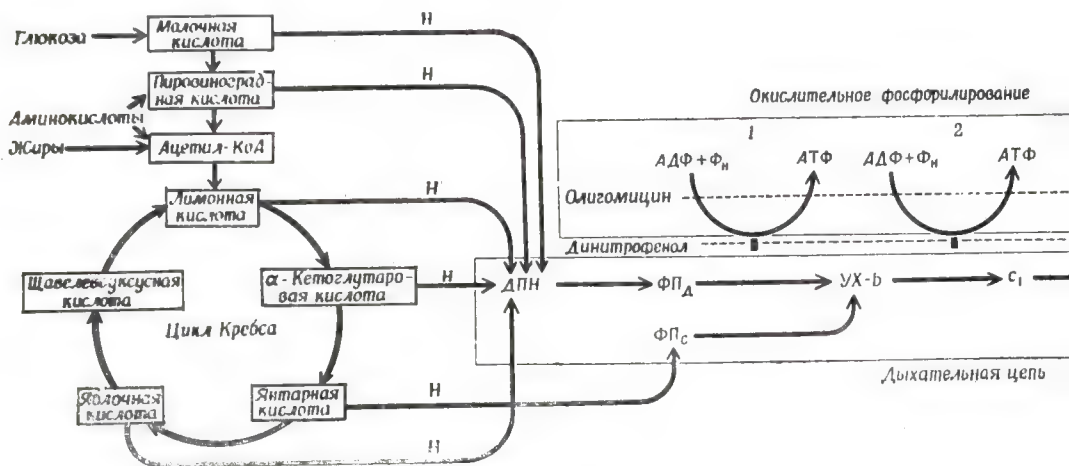


Цикл Кребса. Схема показывает последовательность биохимических реакций, протекающих в митохондриях.

ожирение, дневная и ночная активность и др.

На стене — громадная карта-схема «Метаболические пути», где подробно перечислены все известные науке на данный год (эта карта-энциклопедия ежегодно исправляется и дополняется) цепи превращений веществ в клетке.

Здесь уместно сказать еще несколько слов о митохондриях. Если упрощенно, то митохондрию можно сравнить с печью. Туда подается пища (точнее, в желудке и других пунктах пищеварительного тракта пища дробится до элементарных кирпичиков — молекул уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , а уже этот стандартный атом пищи попадает в митохондрии) и через «форсунки» поступает окислитель — кислород воздуха (дыхание). В результате сложнейших биохимических и иной природы процессов (еще не до конца раскрытых наукой), в митохондриях синтезируется богатое химической энергией соединение — аденозинтрифосфорная кислота (сокращенно АТФ), — этот универсальный поставщик энергии для любых протекающих в организме процессов. Вот так в принципе устроена биоэнергетика живого...





В центре карты — цикл Кребса, та «крутящаяся» внутри каждой митохондрии мельница, где перемалываются конечные продукты распада пищи: унифицированное топливо-сырье, из которого в результате взаимных превращений образуется букет кислот с аппетитными названиями — яблочная, лимонная, щавелевоуксусная...

Над письменным столом — портрет пожилого ученого. Одетый в халат, он держит в руках белую крысу, пытливо глядя на нее. Это фото Селье с дарственной надписью Кондрашовой.

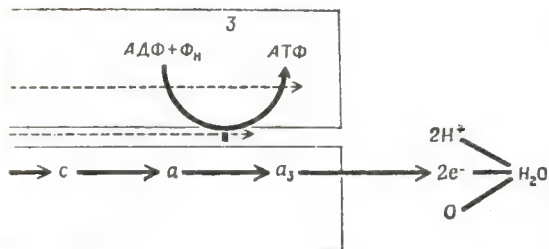
Чуть ниже — зарифмованный лозунг-девиз, который в вольном переводе звучит так: «Стремись к самой высокой из доступных тебе целей и не вступай в борьбу из-за безделиц. Ганс Селье».

Мария Николаевна Кондрашова рассказывает:

— Наш интерес к стрессу связан с его положительными, а не отрицательными чертами. Ведь основное биологическое значение реакции стресс — повышение устойчивости организма, а не его повреждение.

Вслед за И. А. Аршавским, за ростовскими физиологами Л. М. Гаркави, М. А. Уколовой, Е. Б. Квакиной мы считаем, что адаптационные возможности не только не исчерпываются, а расширяются под влиянием тренировки стрессовыми воздействиями умеренной силы. Как для того, чтобы увеличить капитал, необходимо пустить его в оборот, так для поддержания и увеличения «адаптационной энергии» нужна работа биохимических систем адаптации, а не пассивная экономия. Известны гормоны, обеспечивающие повышение устойчивости организма при стрессе. Но в конечном итоге гормоны адресуются к митохондриям. [См. статью «Реакции здоровья», «Наука и жизнь» № 11, 1980.]

— Мы попытались выяснить, — продолжает Мария Николаевна, — какие механизмы регуляции осуществляются в самих митохондриях на разных этапах реакции стресс — при благоприятном его течении [фаза повышения устойчивости] и при опасности срыва [реакция тревоги].



Большинство животных и растительных клеток получают энергию, необходимую для поддержания жизни, путем так называемого окислительного фосфорилирования в митохондриях из неорганического фосфата (Фн) и аденозиндифосфата (АДФ) происходит образование молекул аденозин-

Цель — найти ключи к биоэнергетике, ключи, которые бы позволили подкручивать пружинки, шестеренки процессов, идущих в митохондриях, регулировать их. Десятилетние исследования Кондрашовой и ее сотрудников указали на исключительную роль в митохондриях янтарной кислоты — ЯК. (Докторская диссертация М. Н. Кондрашовой называлась «Регуляция янтарной кислотой энергетического обеспечения и функционального состояния тканей».)

ЯК — один из промежуточных продуктов в цикле Кребса. Затерявшаяся среди лимонной, яблочной и других кислот, ЯК долго оставалась неприметной золушкой биохимии. Это связано с тем, что термодинамически — по кд — она уступает другим кислотам, а прежде это был главный показатель для реакции энергопродукции.

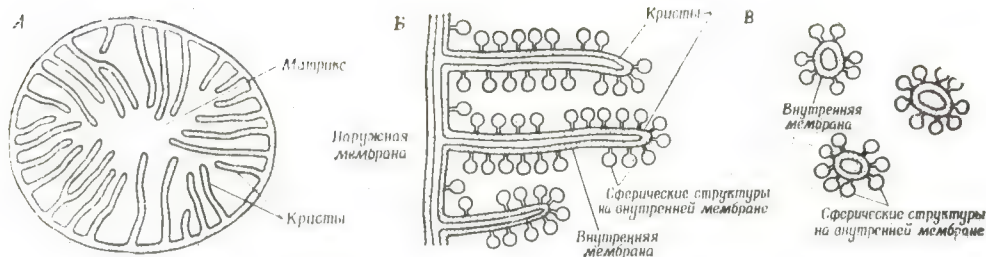
Однако факты, накопленные многими исследователями, убедительно доказывают: при синтезе молекул АТФ янтарная кислота по скорости доминирует над другими кислотами, процессы с ее участием оказываются вне конкуренции. Коротко и научно это называется «монополизацией дыхательной цепи ЯК».

Вот теперь мы можем вернуться к стрессу.

Разве всего жизненность организма проявляется в критических (читай, стрессовых!) ситуациях. Какие же биологические механизмы обеспечивают человеку высокую устойчивость и возможность головокружительных взлетов — физических и интеллектуальных? Что помогает ему преодолевать тяжелые нагрузки, вынести, казалось бы, непосильное?

М. Н. Кондрашова и ее коллеги полагают (и подтверждают это экспериментами), что ни гликолиз, ни другие системы поставки энергии в клетках, а лишь процесс окисления янтарной кислоты может вынести на своих плечах моменты высших перегрузок. Но для этого необходимо, чтобы основной фермент, способствующий окислению янтарной кислоты в митохондриях, — СДГ (сукцинатдегидрогеназа — в биохимии —

трифосфата (АТФ). В цикле Кребса под действием ферментов основные блоки пищи — глюкоза, аминокислоты, жиры — дробятся до воды, углекислого газа и атомов водорода. При этом атомы водорода (накопителем их является дифосфоиндидинуклеотид — ДПН) распадаются на протоны и электроны. Электроны, двигаясь по ферментам дыхательной цепи, в конечном итоге воссоединяются с протонами и атомами кислорода, образуя конечный продукт — воду. Но попутно энергия электрона тратится на образование трех молекул АТФ. Это основной доминирующий в биоэнергетике процесс. Но есть еще побочный механизм: образование двух молекул АТФ из янтарной кислоты. Хотя последний процесс и проигрывает в энергопродукции (две молекулы АТФ вместо трех!), зато, грубо говоря, путь для подачи протона и электрона в дыхательную цепь становится короче, процесс идет быстро и энергично, а это обстоятельство очень важно при пиковых нагрузках, когда биоэнергетика организма напряжена и должна работать высокоэффективно.



С помощью различных лабораторных манипуляций ученые-биоэнергетики разбирают митохондрии на отдельные фрагменты.

ми без сокращений трудно) был бы в «отличной форме». Именно система ЯК — СДГ берет на себя основное напряжение при тяжелых и срочных нагрузках. Она является мобилизационной составляющей биоэнергетики. М. Н. Кондрашова поясняет это так:

— Образ энергетики, зависимой от системы ЯК — СДГ, можно символизировать высокой, с эмоциональным накалом сольной скрипичной партией, возносящейся над оркестром, звучание всех инструментов которого в сравнении с ней только фон. Острота первых реакций, яркость новых впечатлений и творческий подъем, свежесть молодых чувств базируются на активированной СДГ. В ткани жизни СДГ протягивает самую яркую нить, когда она истончается, молодость становится старостью. Притупление реактивности, одряхление души и тела связаны с деградацией СДГ.

Итак, скорее всего адаптационная энергия, о которой выше уже столько говорились, должна быть (если рассуждать об энергетической стороне дела) тесно связана с системой ЯК — СДГ. Но можно ли это доказать? Да, можно.

Вспомним эксперименты с крысами. Митохондрии выделяли не только из печени животных, подвергнутых стрессу. Была еще и контрольная партия. Это и позволило ответить на вопрос, как стресс влияет на биоэнергетику. Мне показали серию программ, на них четко зафиксировано, как дышат нормальные и «стрессовые» митохондрии. При стрессе, оказывается, митохондрии становятся гиперактивными: идет сверхэнергичное окисление янтарной кислоты, фермент СДГ чрезмерно активирован по сравнению с покоем.

Гиперактивация митохондрий — последствие стресса, но, казалось бы, что ж тут плохого? Не вялое, гипозергическое их состояние, характерное для ослабленного организма, подверженного хронической болезни, а демонстрация силы и мощи!

Все не так просто. Кондрашова объясняет мне, что этот «пожар обмена» вреден для организма. Долго он продолжаться не может: все кончится истощением, переходом в гипозергическое состояние — кончится болезнью. А вот исследование мито-

хондрий животных, тренированных разными способами, выявило умеренное ограничение активности СДГ даже по сравнению с контрольными животными. Это ограничение обеспечивало возможность более экономичного и контролируемого ответа организма на стрессовую нагрузку.

Тут уместно несколько пофилософствовать. Мы часто твердим: «природа знает лучше», «природа мудра». Кажется естественным, что за миллионы лет, с тех пор как появилась жизнь на Земле, естественный отбор (путем выживания наиболее приспособленных) постепенно выработал и наилучшие из защитных реакций при стрессе.

Но это далеко не так. Природа может ошибаться.

Однако можно не только поставить мудрость природы под сомнение, но и попытаться помочь ей, улучшить ее, подавив реакции, которые были выработаны для защиты, но полезны не при всех обстоятельствах. Короче, часто оказывается полезным для организма потушить «пожар обмена», уменьшить гиперактивность СДГ, сняв таким образом отрицательные последствия стресса.

Мария Николаевна Кондрашова продолжает свой рассказ:

— Селье ввел понятие болезни адаптации. Под этим термином подразумевалось усиление восстановительных, компенсаторных процессов, в чрезмерной степени приводящее к повреждению ткани. На уровне митохондрий избыточная компенсация может проявляться в чрезмерном окислении янтарной кислоты, или, как мы привыкли говорить, гиперокислении сукцината. Это приводит к избыточной продукции протонов, закисляющих ткань, повышенному повреждающему транспорту кальция и другим неприятностям. Эффективным способом регуляции таких состояний могли бы стать препараты, ограничивающие гиперактивность СДГ.

Убедившись в том, что такое ограничение активности происходит при тренировке, мы начали искать средства, обладающие подобным действием. Сотрудница нашей лаборатории Г. Д. Миронова обнаружила в сыворотке крови наличие ингибитора СДГ. Мы нашли подобный ингибитор в некоторых биологически активных веществах, а также у лекарств, регулирующих повышенную активность сердца, сосудов, лимфоидной системы.



## Н О В Ы Е К Н И Г И

Машенцев В. Г. **Шаги созидания.** М., «Знание», 1980. 64 с. (Б-чка «От съезда к съезду»). 25 000 экз. 20 к.

Автор рассказывает о достижениях советской экономики после XXV съезда КПСС, дает характеристику особенностей экономического развития страны в эти годы, рассматривает, как решалась ключевая проблема народного хозяйства — проблема всемирной интенсификации общественного производства.

**Занимательная статистика.** Под ред. Г. И. Вакланова, Г. С. Кильдишева. М. «Статистика», 1980. 120 с. с илл. (Статистика для всех). 35 000 экз. 20 к.

Книга популярно рассказывает о том, что такое статистика, каков ее язык, как она помогает заглянуть в будущее, дает представление о статистике населения, культуры, здравоохранения. Авторы приводят многочисленные интересные факты из истории статистики.

**Размышления о хлебе.** Сост. С. Ошанин. М., «Советская Россия», 1980. 240 с. 30 000 экз. 55 к.

Советские ученые рассказывают об успехах и перспективах развития производства зерна, делают раздумьями о том, как наука сегодняшнего дня вторгается в самую древнюю область деятельности человека — возделывание хлебных растений. Перед читателями раскрываются тайны рождения фактически новой науки о хлебе, создаваемой на наших глазах, — науки, разветвленной и сложной, вбирающей в себя всевозможные достижения различных биологических дисциплин. Многие статьи, вошедшие в это издание, печатались в нашем журнале (№ 11 1975 г., № 6 1976 г., № 5, 11 1977 г., № № 1, 3, 6, 8, 12 1978 г.). Книга рассчитана на широкий круг читателей.

Кристофanelли Роландо.  
**Дневник Микеланджело Неустового.** Пер. с итал. Предисл. Р. Гуттузо. М.,

«Прогресс», 1980. 382 с. 50 000 экз. 1 р. 20 к.

Имя Роландо Кристофanelли, итальянского писателя и публициста, литературного критика и искусствоведа, известно советскому читателю по книгам о Микеланджело и Рафаэле.

Предлагаемая книга — оригинальное художественное повествование о Микеланджело, его своеобразный дневник. Используя обширный документальный материал, в том числе заметки, счета, письма художника, а также многочисленные факты, накопленные его биографами — от Вазари и Кондиви, свидетелей жизни и творчества Микеланджело, до современных исследователей его творчества, — автор «изнутри» показывает прекрасную и трагическую судьбу художника, реальную обстановку, окружавшую его, характерные черты его личности. Для более полного воссоздания образа великого мастера Возрождения в русский перевод книги в хронологическом соответствии тексту включены поэтические произведения Микеланджело, многие из которых опубликованы впервые.

**Корабли мысли.** Зарубежные писатели о книге, чтении, библиофилах. Рассказы, памфлеты, эссе. Сост. В. В. Кунин. М., «Книга», 1980. 336 с. 100 000 экз. 2 р. 20 к.

В сборнике — фрагменты из произведений писателей и мыслителей более четырех столетий, объединенные общим героем — Книгой. О роли книги — глава из философических «Опытов» Монтеня и «парламентская речь» Мильтона, воинствующие памфлеты Вольтера и Свифта, фрагменты из «Очерков» Ч. Лэма и писем Карлейля, лекция Рескина и «беседы» Хэзлитта, поэтический «Гимн книгам» А. Конан-Дойла и лирические раздумья Пруста. Свообразные типы библиофилов и библиоманов рисуют рассказы Нодье, Флобера, Дюамели, главы из романов В. Скотта «Антикварий» и А. Франса «Восстание ангелов». Издание адресовано широкому кругу читателей.

Итак, намечаются пути активного вмешательства в таинства стресса. Я держу в руках книгу, ее название — «Реакции живых систем и состояние энергетического обмена». Она выпущена в Пуцино, в 1979 году. Особенно интересен для меня последний раздел этого сборника — «Митохондриальные подходы в клинике», где помещена и статья М. Н. Кондрашовой «Шкала отклонений состояния митохондрий от нормы и вещества, обращающие эти изменения».

Текста мало, вся научная информация содержится в одной огромной таблице. Тут перечислены всевозможные виды патологии и соответствующие им, по мнению Кондрашовой, митохондриальные характеристики этих состояний, а в последнем столбце — конкретные формы нормализующих воздействий на биоэнергетику организма. Диагноз, так сказать, — и лечение! Констатация того или иного синдрома — и пропись действенных лечебных средств.

«Если вы будете рисовать карту страны, которую только начинаете осваивать, то очень разумно вписывать даже некоторые хорошо известные пункты мягким карандашом, пока вы не вполне уверены в их положении относительно друг друга. Та-

ким образом, карта будет для вас полезна до тех пор, пока она достаточно хорошо отражает действительное положение вещей, более того, она будет постоянно сохранять свое превосходство над другими картами благодаря дополнениям и изменениям, которые будут вноситься в соответствии с новыми сообщениями. Я всегда считал, что теории, даже те, которые мы сохраняем только в уме, должны обязательно «рисоваться карандашом», последний может быть заменен нестирающимися чернилами только после того, как эти теории перестанут быть теориями и превратятся в факты».

Эти слова принадлежат Гансу Селье. И исследователи из Пуцино вполне согласны с ними. Они отчетливо сознают, что делают лишь первые попытки добиться стресса без стресса. То есть без недомоганий, утомления, истощения, страха, без всего того отрицательного, что мы привыкли связывать со стрессом. Они стремятся помочь организму реализовать полнее повышение адаптационных возможностей.

Их работа — это пока лишь нащупывание правильных подходов и путей. Но ведь труднее всего часто сделать именно первый шаг! И этот шаг сделан.

В февральском номере журнала ведущие ученые Сибирского отделения АН СССР рассказывали о научной направленности дальнейшего развития Сибири. Этот рассказ продолжают директор Норильского комбината Б. И. Колесников и начальник «Главкрасноярскстроя» В. П. Абовский. На Всесоюзной конференции по развитию производственных сил Сибири, состоявшейся в 1980 году в Новосибирске, Б. Колесников был председателем научной секции «Цветная металлургия», В. Абовский — секции «Капитальное строительство». Их рассказ записал специальный корреспондент журнала Н. Кудряшов.

Норильский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горно-металлургический комбинат имени А. П. Завенягина — ведущее в СССР предприятие, выпускающее цветные металлы. Это многоотраслевой комплекс, расположенный на юге Таймыра. На снимке: рудник комбината «Медвежий ручей».



# С И Б И Р Ь С М О Т

## Н О В Ы Й Э Т А П Р А З В И Т И Я

Герой Социалистического Труда **Б. КОЛЕСНИКОВ**, директор Норильского горно-металлургического комбината имени А. П. Завенягина (г. Норильск).

На протяжении последних двадцати лет темпы экономического развития Сибири устойчиво превышают среднесоюзные показатели, а ее удельный вес в экономическом потенциале страны неуклонно повышается. Главный фактор ускоренного экономического развития Сибири — наличие различных природных богатств — крупных лесных, топливно-энергетических, минеральных, почвенных ресурсов. Эти ресурсы способны обеспечить значительную часть производства топлива и энергии, цветной металлургии, химической, целлюлозно-бумажной промышленности, сельского хозяйства по стране. Среди таких

производства цветная металлургия — одна из главных, базовых отраслей сибирской экономики. Соответственно в программе «Сибирь» проблемам этой отрасли уделено значительное внимание.

Понятно, что освоение Сибири, особенно ее северных районов, требует повышенных затрат: стоимость строительства здесь значительно дороже, выше оплата рабочей силы, необходимы дополнительные транспортные издержки.

Но во всем этом затраты — одна сторона дела. Другая, не менее важная сторона — это высокие результаты, которые достигаются при освоении природных ресурсов



в годы ее появления, то есть каждая семья скворцов в сутки избавляет нас от 1,35 килограмма этих вреднейших насекомых. Скворцы собирают корм в радиусе до полутора километров от своего гнезда. По подсчетам А. Н. Промптова, чтобы накормить постоянно выпрашивающих корм птенцов, каждая птица за день в общей сложности пролетает около 75 километров. Мне не раз приходилось выкармливать оставшихся без родителей маленьких скворцов. С пяти часов и до позднего вечера птенцы требовали корм. Нередко, ко всеобщему удивлению, по дороге на работу и домой, в автобусе и метро приходилось открывать коробку и давать проголодавшимся малышам еду. За эту заботу скворчата платили привязанностью. Интересно, что не только меня, но и жившую у нас сиамскую кошку они, видимо, принимали за одного из своих родителей и выпрашивали у нее еду.

В северных широтах нашей страны скворцы выводят птенцов один раз в лето, массовый их вылет в Московской области наблюдается в начале июня, при хо-

лодной, затяжной весне — в середине июня. В южных районах у скворцов бывает и вторая кладка. Вылетевших из гнезда малышей докармливает самец, а самка уже снова высидывает в том же гнезде детей. Через некоторое время после вылета из гнезда скворчата объединяются в большие стаи, которые держатся в полях или поймах рек. Иногда в стае бывает до тысячи птиц. Осенью, когда созревают ягоды и плоды, скворцы могут приносить вред, нападая стаями на сады и виноградники, приходится отпугивать их различными средствами. В сентябре—октябре птицы улетают на зимовки. Они проводят зиму в северной Африке, западной и южной Европе. В теплые зимы часть скворцов остается у нас. Стаи скворцов можно среди зимы видеть в Москве и Московской области, питаются они на свалках разными отходами. В южных районах скворцы — оседлые птицы.

Скворцы очень общительны. Они много и охотно поют. В песне скворца можно различить и кваканье лягушки, и мяуканье котенка, и скрип двери. Выросший у



Яшка — обыкновенный скворец. Маня с первых же дней взяла его под свое покровительство и стала кормить. Яшка всюду следовал за Маней и скоро уже четко произносил ее имя.

меня вместе с певчим дроздом скворец безупречно копировал великолепную песню дрозда, отличить по песне этих птиц было невозможно. Молодые скворцы часто начинают произносить отдельные слова и даже фразы, которые повторяют за хозяином. Едят скворцы в неволе почти все, живут они около двадцати лет.

Кандидат биологических наук Н. НАДЬЯРНАЯ.

## ЯПОНСКИЕ АЗБУКИ

В японском языке наряду с иероглифами используются две слоговые азбуки: катакана и хирагана. Среди японских слов есть слова, которые всегда записываются катаканой, и слова, которые обычно или всегда записываются хираганой. Каждому знаку катаканы точно соответствует знак хираганы, и наоборот, но написание знаков почти всегда различно.

Ниже приведено несколько японских слов в их обычном написании с транскрипцией и переводами.

**Задание.** Определите, какие слова записаны катаканой, а какие — хираганой, если известно, что первое слово записано катаканой и что один знак является одинаковым в катакане и в хирагане (при том варианте его написания, который использован в этой задаче).

**Примечания.** 1. Черточка над гласной буквой обозначает долготу гласного звука.

2. В азбуках, называемых слоговыми, как правило,

имеются отдельные знаки для согласных, заканчивающих слог. В таком случае слоги, оканчивающиеся на согласный, записываются не одним, а двумя знаками.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Задачи по структурной лингвистике

- I. ボイラー - боярā (паровой котел)
- II. あんた - анта (ты)
- III. コンボ - комбо (маленький джаз-оркестр)
- IV. オリンピック - ориппикку (Олимпийские игры)
- V. あります - аримасу (вежливая форма глагола "быть")
- VI. コーカサス - кōкасасу (Кавказ)

# ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА

Ю. АФАНАСЬЕВ.

В середине прошлого века русский академик Б. С. Якоби открыл способ изготовления изделий и снятия копий с предметов с помощью электролитического осаждения металла из водного раствора его соли. Способ был назван гальванопластикой. В наше время это выдающееся открытие широко используется в машиностроении, авиации, космонавтике, радиоэлектронике, электротехнике и многих других областях техники.

Вместе с тем гальванопластика — доступная, увлекательная и благодарная область любительского творчества. Пользуясь ее технологией, моделист получает возможность делать сложнейшие детали своих конструкций из металла. Для этого достаточно изготовить деталь из пластилина, металлизировать ее и после удаления основы иметь эту деталь уже в металле. В художественном творчестве металлизированные предметы из пластмассы, дерева, кружев могут выступать в качестве законченных художественных произведений или составных частей изделий. Скульптуру из пластилина или гипса вы сможете перевести в металл и надолго сохранить, украсить металлической оправой или накладным орнаментом керамические и стеклянные предметы, оправить металлом камень, янтарь, дерево. Совершенно необычайные возможности открывает металлизация растений, цветов, насекомых. Трудно даже перечислить все, что можно сделать с помощью гальванопластики.

Для того, чтобы заняться этим интересным делом, надо прежде всего собрать гальваническую установку и освоить технику работы с ней. Материалы, необходимые для этого, широко доступны, процесс электролиза не сопровождается вредными выделениями, и при соблюдении элементарной осторожности работа с установкой безопасна. Здесь будет рассказано о нанесении медного покрытия как самого простого и доступного в любительских

условиях. В принципе можно осаждать и другие металлы — серебро, никель, хром и т. д. Но в этом случае потребуются более дорогостоящие вещества, причем многие из них не безвредны, усложняется технология. Интересующиеся могут найти сведения на этот счет в специальной литературе.

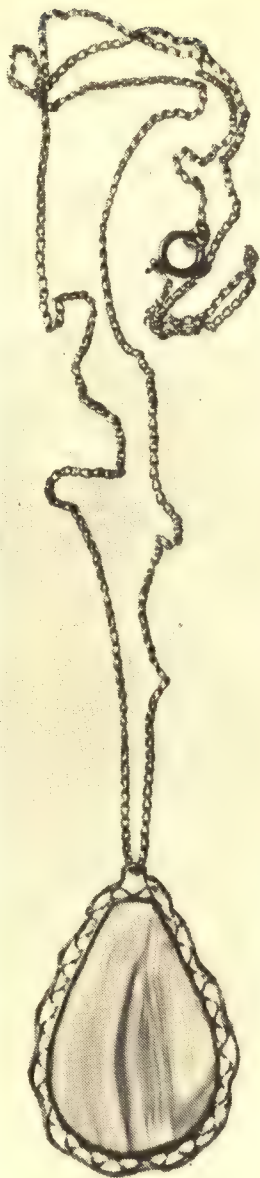
Любительская гальваническая установка состоит из ванны с электролитом, анодной пластины, катодной штанги, источника постоянного тока на 6—12 вольт, амперметра и реостата.

Гальваническое осаждение металла на поверхности предмета возможно лишь тогда, когда поверхность эта или весь предмет являются проводниками электрического тока. Поэтому для изготовления моделей или форм желательно использовать металлы. Наиболее подходят для этой цели легкоплавкие металлы: свинец, олово, припой, сплав Вуда. Эти металлы мягки, легко обрабатываются слесарным инструментом, хорошо гравированы и отливается (см. «Наука и жизнь» № 10, 1979 г.). После наращивания гальванического слоя и отделки металл формы выплавляют из готового изделия.

Однако наибольшие возможности для изготовления моделей все же представляют диэлектрические материалы. Чтобы металлизировать такие модели, нужно придать их поверхности электропроводность. Успех или неудача в конечном итоге зависят в основном от качества токопроводящего слоя. Слой этот может быть нанесен одним из трех способов. Самый распространенный способ — графитирование, он пригоден для моделей из пластилина и других материалов, допускающих растирание графита по поверхности. Следующий прием — бронзирование, способ хорош для моделей относительно сложной формы, для разных материалов, однако за счет толщины бронзового слоя несколько искажается передача мелких деталей. И, наконец, серебрение, пригодное во всех случаях, но особенно незаменимое для хрупких моделей с очень сложной формой — растений, насекомых и т. п.

● ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ  
ИСКУССТВО





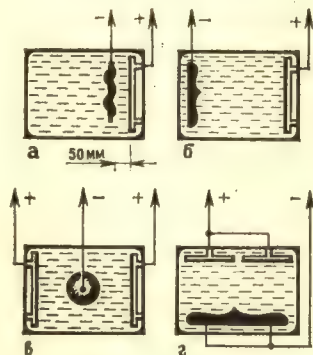
Старинные кружева, покрытые слоем металла.

Агатовый медальон. Торец агатовой пластины металлизирован медью, к нему припаяна ажурная оправа из медной проволоки. Затем все покрыто общим слоем гальванической меди. Окончательная отделка — серебрение.

Керамический флакончик, оправленный полированной медью.



Варианты взаимного расположения анодных пластин и катода в электролитической ванне.



Медь осаждается не только на противостоящей аноду стороне, но и на обратной, а также на торцах металлизированного предмета. Погружаются предметы в электролит с зазором не менее 20 мм от дна ванны и верхнего уровня жидкости. Приставшие к предмету, особенно в углублениях, пузырьки воздуха сгоняются кисточкой или встряхиванием.

Минимальное расстояние анод — катод составляет 50 мм.

Выбор токопроводящего слоя зависит от материала, из которого сделан предмет, его конфигурации, фактуры поверхности и, конечно, от имеющихся в распоряжении веществ.

### ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ

Прежде чем нанести токопроводящий слой, модель нужно подготовить: устранить гигроскопичность поверхности, обеспечить прочное сцепление токопроводящего слоя с основой. Дерево, кружева, гипс и все другие гигроскопичные материалы пропитываются горячей натуральной олифой или расплавленным парафином (воском). При серебрении предметов с гладкой поверхностью, а также пропитанных олифой или парафином необходим подслои, прочно держащийся на основе и хорошо удерживающий двуххлористое олово ( $\text{SnCl}_2$ ), необходимое для создания токопроводящего слоя. Подслои может быть из нитролака, лучше матового, клея БФ, коллодия и т. п. Для предметов с тонкими деталями лак или клей надо делать более жидкими. Хороший подслои дает алюминиевая пудра (краска «под серебро»), которую замешивают на нитролаке или клее БФ-2 (красят кисточкой или окутанием). Можно нанести алюминиевую пудру и на сырую лаковую пленку. Полезно крашеную или лакированную поверхность заматировать, обливая ее несколько раз 50% раствором ацетона в воде. При серебрении без подслои поверхность предмета обезжиривается раствором любого моющего средства, бензином или ацетоном.

### НАНЕСЕНИЕ ТОКОПРОВОДЯЩЕГО СЛОЯ

**ГРАФИТИРОВАНИЕ.** Если в вашем распоряжении нет готового порошка графита, его можно приготовить из грифелей простых мягких карандашей. Грифели нужно тщательно истолочь и просеять через вчетверо сложенный капроновый чулок. Слои начинают наносить густым опудриванием предмета графитом, который затем растирают кистью, тем более жесткой, чем прочнее поверхность, или матерчатым тампоном, слегка смоченным машинным маслом. Графитируют до получения черной блестящей пленки. Для ускорения работы можно использовать графит, растертый с клеем БФ-2 (для уменьшения вязкости его несколько разбавляют спиртом). Клей наносят на модель кистью. Но поверхность в этом случае получается более грубая и зернистая.

Графит обладает большим электрическим сопротивлением, поэтому осаждение меди начинается в месте присоединения контактного проводника, и только через некоторое время (иногда продолжительное) весь предмет оказывается покрыт слоем металла. Случается, что по разным причинам некоторые места не затягиваются медью. Тогда модель из ванны вынимают, промывают, сушат, дополнительно покрывают графитом незатянувшиеся места и снова помещают в ванну. Осаждение ведут при минимальной для данной площади плотности тока.

**БРОНЗИРОВАНИЕ.** Выполняют с помощью бронзового порошка (продается в комплекте «Краска бронзовая») и двуххлористого олова. Небольшие предметы окунают в жидкий нитролак (НЦ-222, НЦ-218) или

## ОБОРУДОВАНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

**Электролитическая ванна.** Анод. Катодная штанга. Ванной может служить прочный сосуд из стекла, оргстекла, винипласта прямоугольной формы емкостью 15—20 литров. Можно использовать стеклянный аквариум для рыб, но все его металлические части следует тщательно изолировать эпоксидной смолой. Под ванной неплохо иметь поддон, например, из фотокюветы.

Особенностью гальванопластического процесса является относительно неравномерное осаждение металла на выступающих и углубленных местах металлируемых предметов: на выступах толщина осадка больше. Эта неравномерность сглаживается с увеличением расстояния от анода до катода (катодом является металлируемый предмет). Поэтому, чем выше рельеф поверхности предмета, тем дальше от анода следует его размещать. Полезно иметь несколько анодов, причем суммарная площадь

их должна в 2—3 раза превышать площадь катода. Это также способствует получению равномерных по толщине осадков меди.

Катодная штанга — это приспособление, на котором подвешивается предмет и осуществляется его контакт с минусом источника постоянного тока. Конструкция этого узла может быть самой разной. При небольших предметах можно обойтись просто куском провода диаметром 0,5—1 мм.

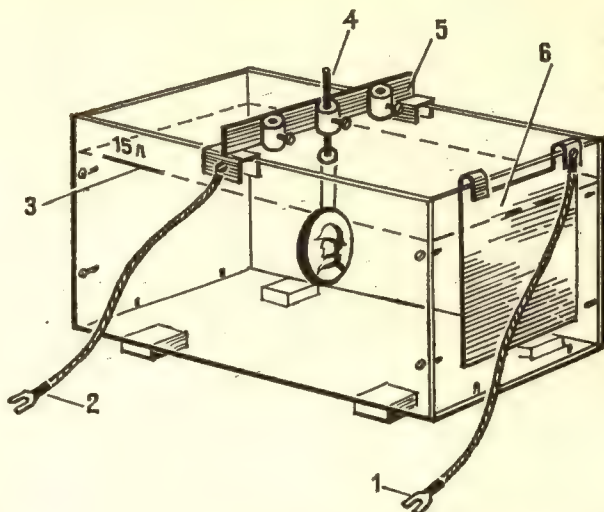
**Приготовление электролита.** В гальванической установке происходит электролиз раствора сернокислой меди (медного купороса), в результате на катоде осаждается чистая медь. Простой электролит меднения состоит из 220 г сернокислой меди, 27 мл серной

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ



Общий вид электролитической ванны из оргстекла с анодной пластиной и катодной штангой. Емкость — 15 литров, размеры — 300×200×300 мм, толщина стенок 8 мм.

1 — «плюс» источника тока (к реостату), 2 — «минус» источника тока, 3 — отметка уровня электролита, 4 — подвес, 5 — катодная штанга, 6 — анодная пластина.



клей БФ-2. Затем, быстро стряхнув капли лака, густо обсыпают бронзовым порошком. Излишки его удаляют. На более крупные предметы наносят кистью клей БФ-2 (здесь замена другим клеем или лаком не допускается) и по высохшей клеевой пленке кистью же наносят бронзовый порошок, смешанный с ацетоном до полужидкой консистенции. Очень важно, чтобы клеевой слой был без пропусков и пузырей, а порошок наложен ровным слоем. После просушки и последующей промывки бронзовую поверхность смачивают раствором двухлористого олова (5 г на 20 мл воды) в течение одной минуты, а затем промывают в проточной воде. Если поверхность не полностью смачивается водой, обработку оловом повторяют.

После промывки модель помещают в ванну. Электропроводность получившегося слоя хорошая, осаждение меди ведется током средней плотности. Незатянувшиеся места бронзируют снова, начиная с клея БФ.

**СЕРЕБРЕНИЕ.** Получить токопроводящую пленку с минимальным искажением фактуры поверхности можно способом серебрения. Серебрение — процесс «мокрый», он протекает в водном растворе азотнокислого серебра — ляписа ( $\text{AgNO}_3$ ). В аптеках продается «Ляписный карандаш», в составе которого содержится примерно 0,3 г  $\text{AgNO}_3$ .

Мелко истолченный ляписный карандаш растворяют в воде. Подготовленный предмет предварительно помещают в раствор

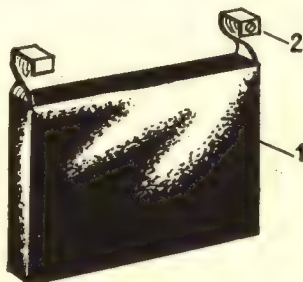
кислоты. И все доливают водой до 1 литра. Концентрация растворенного вещества выражается в граммах на один литр раствора, а не на литр воды, так как объем раствора будет больше объема взятой воды. Поэтому сначала берут  $\frac{2}{3}$  нормы воды, растворяют в ней расчетное количество соли меди. Раствор остужают и фильтруют. Затем осторожно, тонкой струей при помешивании приливают серную кислоту. Раствор сильно разогревается, и его следует охлаждать. Внимание! Нельзя лить воду в кислоту — кислота при этом разбрызгивается и может вызвать тяжелые ожоги кожи и глаз. В остывший электролит доливают воду до заданного объема.

Для электролита годится медный купорос и аккумуля-

ляторная кислота, продающиеся в магазинах хозяйств. Приготовленный электролит заливают в ванну и отмечают на ее стенке верхний уровень жидкости. Дело в том, что за счет испарения воды происходит постепенная убыль электролита, которая восполняется доливкой воды до первоначального уровня. Количество

во сернокислой меди в электролите практически не меняется, а количество серной кислоты со временем снижается. Чтобы не допустить чрезмерного снижения кислотности, что плохо влияет на качество осадка меди, полезно измерить ареомет-

Анодная корзина — литая полоса свинца сечением 20×3 мм, согнутая в виде токоподводящей рамки и помещенная в чехол, сшитый из синтетической или стальной ткани. Это насыпной анод, который позволяет использовать обрезки меди, куски медного провода, ненужные мелкие медные детали. Их насыпают во внутреннее пространство чехла. В течение гальванического процесса анод постепенно растворяется в электролите, поэтому анодную пластину через некоторое время следует заменить, а насыпной анод пополнить кусками меди.



двухлористого олова (2,5 г на 100 мл воды). Хороший результат дает только свежеприготовленный раствор. Время обработки от 5 до 60 минут. Поверхность должна полностью смачиваться водой. После тщательной промывки в проточной воде (важная операция!) в течение 1—2 минут предмет активируется в растворе ляписа (0,6 г на 100 мл воды). После растворения ляписа в склянку приливают 3—6 мл аптечного 10% нашатырного спирта до растворения осадка и исчезновения муты. Активируют окунанием в течение 2—20 минут (по мере истощения раствора аммиачного серебра время активации увеличивается). Активированная поверхность на свету темнеет, что может служить признаком пригодности растворов и качества активации. Двухлористое олово восстанавливает ионы серебра до металла, и поверхность предмета приобретает удовлетворительную электропроводность. Активированный предмет сушат без промывки и сухим помещают в ванну. Осаждение меди ведут током средней плотности. Слой серебра чрезвычайно тонок и непрочен, поэтому требует самого осторожного обращения.

Есть и еще один способ получения серебряной токопроводящей пленки, совершенно не искажающий фактуру поверхности предмета. Обработанную двухлористым оловом поверхность смачивают (кисточкой или обливанием) раствором ляписа (1 г ляписа на 10 мл дистиллированной воды) и выставляют на прямой солнечный свет, обеспечив равномерное освещение со всех сторон. Через некоторое время поверхность потемнеет, тогда ее снова смачивают раствором и помещают на солнце и т. д. В конце концов она приобретает черный с блеском цвет и высокую электропроводность.

При таком способе серебрения можно обойтись и без двухлористого олова. Если же поверхность плохо смачивается водным раствором ляписа, вместо воды следует взять спирт или водку. Этот способ дает хороший результат, но требует времени и терпения. Хранить растворы серебра надо в темном месте.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Ответственной операцией является электрическое соединение токопроводящего слоя с минусом источника тока. Для соединения используется отоженный и очищенный медный провод диаметром 0,2—0,5 мм или шинка — полоска мягкой фольги, к которой припаян конец контактного провода. К модели шинку прикрепляют резиновыми колечками или нитками. Положение ее надо периодически менять, чтобы медь осела и под ней и чтобы шинка не приросла к медному слою. Защищенным концом контактного провода можно обмотать предмет. Провод иногда прикрепляют к модели еще до нанесения токопроводящего слоя.

Для более быстрого осаждения первоначального слоя меди полезно увеличить количество контактных проводников: от основного проводника сделать ответвления, концы которых прикрепить в разных местах, преимущественно в углублениях, где отложение меди идет в меньшем количестве. Модели из пластилина или гипса еще при изготовлении снабжаются проволочным стержнем, который служит подвеской и основным проводником. Односторонние модели из пластилина следует делать на плоском основании из тонкого

ром удельный вес (плотность) свежеприготовленного электролита и в дальней-

Жидкостный реостат. Электролит — 5—7% раствор кальцинированной или двууглекислой (питьевой) соды в воде. При испарении электролита доливают воду. Раствор соды заменяется один раз в месяц, а пластины очищаются от отложений.

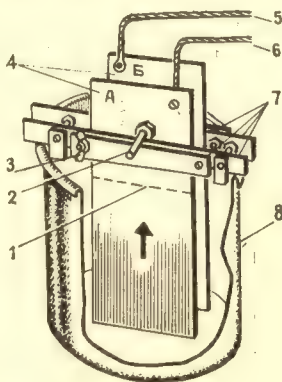
Регулировка величины тока в ванне может осуществляться: изменением расстояния между пластинами А и Б (минимальное — 10 мм), изменением глубины погружения в электролит пластины А, изменением уровня электролита в емкости, изменением концентрации раствора.

С повышением температуры электролита сопротивление реостата уменьшается и ток в ванне растет. Для стабилизации температуры следите за величиной тока, не допуская превышения его расчетной величины.

шем при необходимости корректировать серной кислотой его состав до достижения исходной плотности. Ареометры для контроля автомобильных аккумуляторов имеются в продаже. С корректировкой электролит

может работать в течение многих лет. Рабочая температура электролита 18—24°C. На 1 кв. дм металлизированной поверхности должно быть 3—4 литра электролита. В процессе работы электролит загрязняется, и его следует возможно чаще фильтровать через плотную ткань, например, сукно.

Источник постоянного тока. Реостат. Для электропитания гальванической ванны можно использовать любой из имеющихся в продаже выпрямителей для зарядки автомобильных аккумуляторов: они дают ток до 4—7 ампер при напряжении 6 и



1 — уровень электролита, 2 — ограничитель, 3 — зажимной барашек, 4 — электроды из стали, 5 — «плюс» выпрямителя, 6 — анод ванны, 7 — изолирующие пластины, 8 — стеклянный сосуд.



изоляционного материала. Токопроводящий слой наносится не только на модель, но и на примыкающие к ней участки основания в виде полей шириной 10—15 мм. На них закрепляются основной контактный проводник (он же подвеска) и все ответвления. После наращивания слоя меди и удаления пластилина поля обрезают.

Если нужно металлизировать не весь предмет, то части его, на которых металла быть не должно, закрывают слоем парафина или воска. Эти вещества растворяют в бензине и наносят кисточкой.

## РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ

Чтобы получить слой меди заданной толщины, нужно в цепи ванны установить определенный ток и знать время, в течение которого толщина меди достигнет желаемой величины. Для этого необходимо подсчитать площадь поверхности предмета. При сложной конфигурации поверхность разделяется на отдельные части, площади которых могут быть подсчитаны и суммированы.

Зная площадь поверхности, можно вычислить массу осажденной меди при заданной толщине слоя по формуле  $M = \frac{S \cdot 0,9}{c}$

где  $M$  — масса меди в граммах,  $S$  — площадь в  $\text{см}^2$ ,  $c$  — толщина в мм.

Время, необходимое для отложения такого количества меди, и величина тока в ванне обратно зависимы: время сокращается, если увеличивать ток. Однако на практике ток нельзя увеличивать исходя только из желания ускорить процесс. Дело в том, что при повышении некоторого предела качество осадка меди ухудшается: появляются шероховатости, шишкообраз-

ные наросты, на углах и выступах образуется темный сыпучий осадок. При слишком малом токе процесс затягивается на долгое время, а в углубленных местах осадка меди может не быть вовсе. Для получения хороших результатов важно, чтобы ток имел определенную плотность, то есть величину, приходящуюся на единицу площади модели. В любительской практике плотность тока может быть от 0,5 до 1,5 ампера на кв. дециметр ( $\text{А/дм}^2$ ). Выбор плотности тока зависит от конфигурации модели и фактуры ее поверхности. Например, для плоских предметов, особенно если предполагается их последующая механическая обработка, можно взять верхний предел плотности. Для предметов с тонкими деталями, где важно получить гладкую поверхность, — нижний предел.

Величину тока, которую нужно установить реостатом в цепи ванны при выбранной плотности тока, определяют по формуле  $I = D \cdot S$ , где  $I$  — ток в амперах,  $D$  — плотность тока в  $\text{А/дм}^2$ ,  $S$  — площадь поверхности в  $\text{дм}^2$ . Можно подсчитать и сколько времени займет металлизация  $T = \frac{M}{1,2 \cdot I}$ , где  $T$  — время в часах,  $M$  —

масса меди в граммах,  $I$  — ток в амперах.

Рабочую величину тока устанавливают только после окончания затяжки поверхности первоначальным слоем меди и уже с этого момента ведут отсчет времени.

Гальванопластическая медь из простого сернокислого электролита имеет розовый цвет, и этот цвет подходит далеко не ко всем изделиям. Поэтому нередко приходится предпринимать дальнейшую декоративную отделку омедненных предметов. Их поверхность можно серебрить, тонировать под бронзу или окрашивать химическим способом в иные цвета.

12 вольт и имеют встроенный амперметр. Выпрямитель можно собрать и самостоятельно.

По соображениям безопасности ток в 10 ампер является предельно допустимым для любительской гальванической установки. Для регулировки протекающего через ванну тока необходим реостат — проволочный, ламповый или жидкостный. Для любителей наиболее доступны два последних — их несложно сделать самим.

В ламповом реостате используется сопротивление нити накала осветительной лампы. Чем больше мощность лампы — тем меньше ее сопротивление. Лампы на 127 В имеют меньшее сопротивление, чем такие же на 220 В, например, 200-ваттные лампы имеют «холодное» сопротивление со-

ответственно 6,5 и 17 ом. При параллельном включении нескольких ламп общее сопротивление реостата будет уменьшаться, а протекающий через него ток возрастать. Вначале включают одну лампу, скажем, 100 Вт, и по амперметру наблюдают установившуюся величину тока. Затем, изменяя количество включенных ламп и их мощность, регулируют ток в ванне в соответствии с расчетом. Применять ламповый реостат целесообразно при токе, не превышающем 2,5 А.

Жидкостный реостат позволяет плавно регулировать ток. Одна из возможных конструкций показана на рисунке. При работе реостата выделяются горючие газы — кислород и водород, поэтому вблизи от работающего реостата нельзя

пользоваться открытым огнем и курить. Нельзя вынимать электроды из раствора, не отключив ток. Рассчитывают реостат, исходя из приблизительной нормы: на один ампер тока должно быть не менее 0,5 литра раствора соды и 15—20  $\text{см}^2$  погруженной в раствор площади каждого электрода.

Любой реостат должен по мощности соответствовать протекающему через него току. Сигналом о несоответствии служит чрезмерный нагрев (свыше  $80^\circ \text{C}$ ). В этом случае в проволочном реостате следует увеличить диаметр проволоки, а в жидкостном увеличить объем раствора.

Перед включением гальванической установки в работу реостат должен быть установлен на максимальное сопротивление.

# УМЕЕТЕ ЛИ ВЫ ЧИТАТЬ?

## В Ы П И С К И

Г. ГЕЦОВ.

Работая с книгами, трудно обойтись без выписок. Выписки нужны, чтобы выбирать из книг наиболее существенное, они помогают накопить нужные сведения по тем или иным вопросам, облегчают запоминание. Наконец, они особенно удобны в том случае, когда требуется собрать материал из разных источников на одну тему.

Выписки могут быть словесные (цитаты) и свободные, когда мысли автора излагаются своими словами. Однако в этом случае необходимо приобрести умение кратко и не в ущерб содержанию формулировать мысли. При чтении на страницах, например, с помощью вкладных листков отмечают те места, которые предполагается выписать (см. «Наука и жизнь» № 5, 1980 г.).

Выписки полезно делать на карточках. Работать с ними удобно, их легко подобрать и по темам и сформировать по фамилиям авторов. Над каждой выпиской указывается ее тема, под ней — фамилия автора, название книги, год издания, страница с цитатой. Целесообразнее все это делать с помощью цифров (см. «Наука и жизнь» №№ 3, 4, 1981).

Но шифры позволяют фиксировать нужные места из литературы и без выписок. В этом случае на карточку заносят шифр источника, а рядом пишут номер страницы и указывают нужные абзацы. Такую «невывисанную выписку» полезно для большей определен-

ности озаглавить. Со временем на карточку может быть перенесен и текст.

Карточки раскладываются по определенным рубрикам картотеки. Разделители с названием рубрик помогают систематизировать имеющийся материал. Рубрикам иногда присваивают определенные номера, ими метят и выписки — это дает возможность использовать для работы любую выписку, не рискуя потерять ее обратный адрес. Выписки можно хранить в ящиках, в конвертах, папках, на которых обозначены темы.

Иногда целесообразно завести указатель будущих выписок по тому или иному источнику. В таких указателях фиксируются нужные

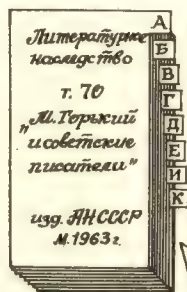
номера страниц и абзацев — снизу, сверху или в миллиметровом исчислении (см. «Наука и жизнь» № 5, 1980 г. стр. 118).

Приведем пример. Изучая книгу «Горький и советские писатели» (Литературное наследство, т. 70, М., АН СССР, 1963 г.), литературовед прежде всего сформулировал темы найденных отрывков, сделал пометки на карточках и составил из них указатель, скажем, в виде плоской картотеки. С такой карманной картотекой удобно работать в библиотеке.

Иногда сведения по выпискам заносят не на карточки, а на разделители картотеки, которые в данном случае несут соответствующие тематические признаки.

Еще один способ систематизации — использование тетрадей с пронумерованными страницами, где на специально отведенных полях записывают темы. Каждая выписка сопровождается фамилией автора, названием работы и т. д., подобно тому как это делается на карточках. В тетради отводится место алфавитному указателю тем — своеобразному оглавлению. Делая какую-нибудь выписку, отмечают в указателе ее тему и страницу.

Человек почти молниеносно воспринимает текст книги, быстро, под нужным углом зрения его оценивает, выбирает необходимое. Но вот процесс переписки требует подчас куда больше времени, чем отбор нужного. Как освободиться от этой трудной и неинтересной работы?



ЛГ-20 Критика	
311	672
330	
339	69
385	ТТ-самы
570	критика
623	132
668	150





янского хутора из Капсуцкого района.

Извилистая дорожка приводит к дому дзукийского мелкого крестьянина XIX века. Декоративная изгородь и затейливая отделка отличают это строение от других. Здесь же рядом грибосушильня, чуть подалее — банька.

В панораму музея хорошо вписывается ветряная мельница — с этого экспоната начинался музей десять лет назад.

Между усадьбами шумит сосновый бор. В бору несколько построек: большая корчма и три клетки, одна из них привезена с родины литовского ботаника И. Пабрежи.

Осматриваешь старинное жилище, и кажется, что вот-вот откроется дверь и выйдет его обитатель. На окнах — кружевные занавески, в вазе на столе благоухают цветы, в лукошках ра-

зноцветные клубки шерсти и начатое вязанье...

Предполагается, что со временем тут возникнет небольшой городок ремесленников. И все изделия этих мастеров можно будет приобрести здесь же на месте.

В Литовском этнографическом музее летом по субботам и воскресеньям выступает этнографический

ансамбль, состоящий из актеров вильнюсских театров. Звучат литовские народные песни, загадки, пословицы. Выступления танцоров сопровождаются национальными мелодиями, которые исполняются на народных музыкальных инструментах.

**Б. ЛИЕЛМЕЖА**

(г. Рига).



Дом крестьянина из Дзукии (вверху). Ветряная мельница из Жемайтии.



# РЕЛЬЕФНАЯ РЕЗЬБА

А. ХВОРОСТОВ.

Деревянная резьба с глубоким, выразительным рельефом узоров издавна встречается в искусстве многих народов нашей страны. Немало резных изделий хранится в музеях, а накладную резьбу на старых деревянных домах можно еще встретить в городах Центральной России, на Урале, в Сибири. Ею украшены лобовые и торцевые доски, светелки, наличники, фигурные очелья ворот и калиток, отчего дома выглядят нарядно, празднично, как терема.

Самобытностью и богатством рельефной домовой резьбы отличается народное искусство Поволжья второй половины XIX века. «Пышный растительный узор круглыми завитками бежит по резным доскам, заплетая в свои побеги то крупные головки цветов, напоминающих ромашку, то грозди винограда, то декоративные плоды, похожие на огромные шишки каких-то сказочных деревьев. И в густоте пышного и ритмичного растительного узора словно позируют львы с очеловеченными головами, берегини в облике русалок, сирины в царственных коронах». Так описаны О. Кругловой, автором книги о русской народной резьбе, украшения одной из поволжских деревень. Особенно нарядно украшают в Поволжье наличники светелочных окон.

В рельефной резьбе узор довольно высоко возвышается над фоном — до 5—7 сантиметров. Тени в углублениях получают глубокие, сочные.

Фон выводится в один уровень, а по отношению к нему отдельные части рисунка выступают на разную высоту. Это и создает игру светотени. Там, где глубина больше, тени темнее, выступающие части освещены ярче. Все это придает резному узору особую выразительность.

## МАТЕРИАЛЫ

Для рельефной резьбы подходит древесина большинства лиственных и хвойных пород — липы, осины, ольхи, березы, ясеня, дуба, сосны, ели, лиственницы, а также более редкие породы — грецкий орех, бук, пихта, кедр, тис и другие.

Там, где есть мебельные фабрики, где строгают древесину на шпон, художественные кружки и изостудии могут получать отходы производства ценных пород. Эти породы весьма разнообразны по цвету и текстуре, объединяются в условные группы, носящие названия «красное дерево», «лимонное дерево», «черное дерево». Как правило, древесина их очень прочна, режется с трудом, мелкие элементы резьбы на отдельных породах иногда могут скалываться, но бога-

тейшие цвет и текстура покрывают все недостатки.

Нередко в старых садах, на окраинах, поглощаемых городской застройкой, можно запастись древесиной груши и яблони. Но самой доступной все же является древесина сосны, которая издавна была в почете у народных мастеров. Узоры, нанесенные на обычные сосновые доски, превращают этот самый простой материал в драгоценное произведение искусства.

Материал для рельефной резьбы должен быть без пороков, хорошо просушен. Если резать по сырой древесине, то работа идет легче, но при высыхании изделие может растрескаться, покорежиться. По сухой древесине резать труднее, нужно иметь острые резцы из хорошей стали, но резьба сохраняется надежно.

## ИНСТРУМЕНТЫ

Для исполнения резных рельефов мастер должен иметь широкий набор инструментов. Чем разнообразнее выбор, тем больше творческих возможностей. Инструмент накапливается постепенно, от работы к работе. Начать заниматься рельефной резьбой можно, уже имея один-два резака и несколько стамесок.

Резаки — это обычные косяе ножи, которыми выполняют геометрическую, контурную, отдельные элементы кудринской резьбы (об этих видах резьбы см. «Наука и жизнь» №№ 1, 1976 г., 1, 1977 г., 11, 1978 г., 9, 1980 г.). Стамески нужны трех видов: плоские, полукруглые. Плоские стамески продаются в магазинах инструментов. Положую стамеску нетрудно изготовить на наждачном круге из обычной плоской. Полукруглые с разными радиусами лезвия можно выпотчить на наждаке из старых напильников

Наличник окна светелки крестьянской избы. Фрагмент «Лев». Вторая половина XIX века. Горьковская область.





(полукруглых, круглых, трех- или четырехгранных, ромбических). Ручка стамески делается из любого материала — дерева, металла, пластмассы. Она может быть граненой или круглой со снятыми гранями. Чтобы не набить мозолей, грани скругляются.

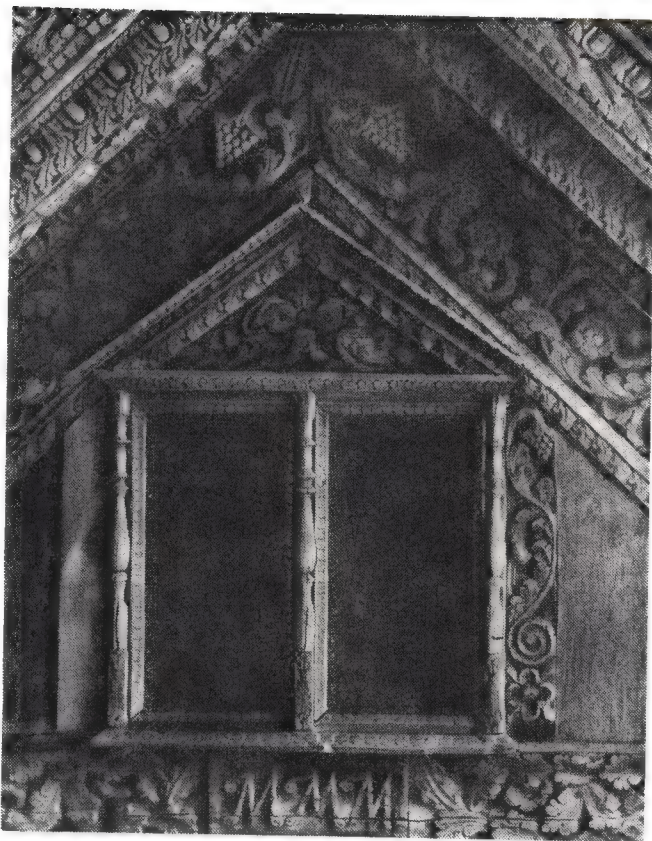
Инструменты для рельефной резьбы должны быть особенно острыми, оставляющими сочный, маслянистый срез на дереве. Ведь эту резьбу шлифовать очень трудно, и нередко она идет под отделку сразу после работы стамесками.

### ПОРЯДОК РАБОТЫ

Первые резные композиции лучше выполнять, следуя образцам народного искусства. Работа по образцам позволяет почувствовать пластику резьбы, особенности работы инструментами. Для начала можно перерисовать небольшой фрагмент орнамента. При сочинении рисунка обратите внимание не только на контуры изобразительных элементов, но и на промежутки фона между ними (так называемые паузы), так как фон в этих местах будет темным, затененным, активно контрастирующим со светлыми выпуклыми элементами. Работа над рельефной резьбой включает несколько стадий. Рассмотрим их на примере выполнения резного цветка (см. рис. на стр. 109).

Первое. Рисунок, подготовленный в натуральную величину, переводят на заготовку с помощью копировальной бумаги. Заготовку надежно закрепляют, так как при работе обе руки резчика будут заняты инструментами.

Второе. Надрезание и подрезание контуров изображения. Вначале углубляют все контурные линии и границы резных плоскостей, а затем сам рисунок отделяют от фона прорезной канавкой. Прямолинейные и плавно изогнутые контурные углубления делают косым ножом сначала с наклоном в одну сторону (надрезание), а затем в другую (подрезание), как выполняют контурную резьбу. Лезвие проходит несколько



Фронтон крестьянской избы со светелочным окном. 1882 год. Горьковская об-

ласть. Очелье ворот. Фрагмент. Середина XIX века. Горьковская область.







справа и слева от линии рисунка, так что она оказывается в середине прорезываемой полоски.

Контурные канавки прорезают в середине между листьями, между соседними лепестками в цветах, отделяют стебли от головок цветков. Полукруглой стамеской выполняют контурную прорезь вокруг серединок каждого из цветков. Если рельефное изображение заключено в рамку, которая, как и основной рельеф, высту-

пает над фоном (как в нашем случае), то вокруг нее также ведут контурный надрез: на прямолинейных участках—ножом, на закруглениях — полукруглой стамеской. Вначале делаются угловые скругления, а затем между ними по линейке прямой надрез. Это похоже на выполнение сопряжений в черчении, только в роли карандаша выступают резцы.

Надрезая очертания рамки, ручки инструментов че-



Учебная работа по мотивам народной резьбы.

Лобовая доска крестьянской избы. Фрагмент. 1882 год. Горьновская область.

сколько отклоняют за пределы поля. Подрезание выполняется отлогой полукруглой стамеской в направлениях, перпендикулярных линиям надреза.

Третье. Следующий этап — удаление выпуклостей фона. Работают полукруглыми стамесками, срезая фон до необходимой глубины во всех направлениях, как только удобно: вдоль, поперек волокон, под углом к ним. Если требуется изображение сильно поднять над фоном, операции по углублению и подборке делают несколько раз, слой за слоем снимая древесину.

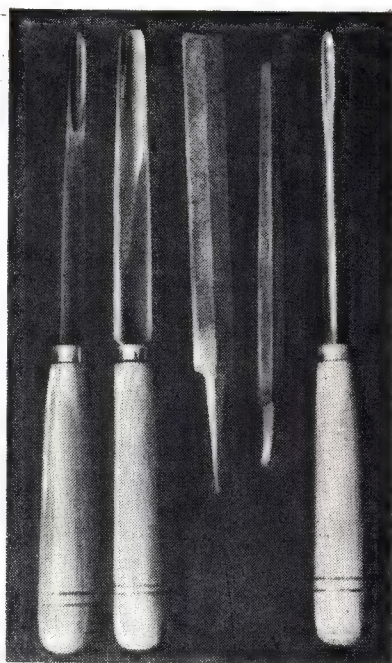
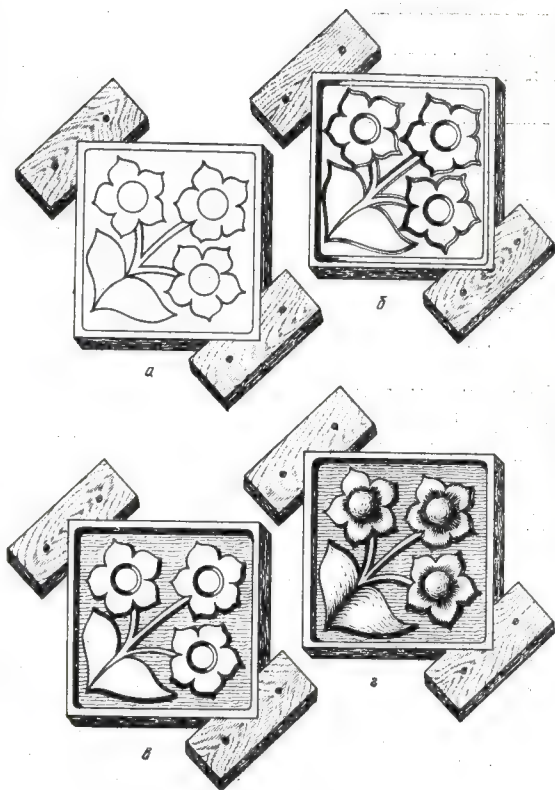
Четвертое. Когда фон углублен до нужного уровня, начинают прорабатывать само изображение. Для этого хороши все инструменты. Иногда пользуются косым ножом, заваливая им высокие края резьбы, для мягких углублений понадобятся пологая широкая стамеска, в другом месте продольные углубленные прорезы выбирают узкой полукруглой стамеской.

В нашем примере наружные края лепестков и листьев удобно срезать и заваливать широкой плоской стамеской, кое-где подправляя косым ножом. Этими же инструментами режут стебли и круглые серединки цветков, а внутренние углубления лепестков, идущие к середине цветка, делают полукруглыми стамесками. Некоторые сильно углубленные жилки на листьях и лепестках выполняют косым ножом, как контурные порезки. Серединки цветков насекают частыми контурными канавками с помощью косого ножа.

Когда выявлено изображение, можно опять заняться фоном. Если фон оставляют гладким, то плоской стамеской аккуратно, соблюдая общий уровень, его выстуговывают вдоль волокон.

В. Колодин. Банька. Резьба по дереву. Металл. Роспись.





Полукруглые стамески, изготовленные из старых напильников.

Операции выполнения рельефной резьбы: а) нанесение рисунка, б) надрезание и подрезание, в) выборка фона, г) окончательная доводка изображения.

При этом следят за направлением слоя древесины, чтобы не сделать сколов. Это происходит тогда, когда стамеска, двигаясь по уходящему в глубину дерева слою, вырывает из поверхности стружку большей толщины, чем следует. Выбирая фон, срезая контурную канавку вокруг изображения, лучше пользоваться киянкой, слегка ударяя ею по черенку стамески. Усилий на это уходит немного, и, главное, можно соразмерять удары с глубиной резания. На фон можно равномерно нанести продольные узкие канавки, полукруглой стамеской сделать его чешуйчатым, насечь частыми следами острого гвоздя.

#### ОТДЕЛКА ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Рельефную резьбу обычно не полируют, редко лакируют до блеска. Чаще всего ее оставляют матовой с сочными следами срезов дерева. Для матовой отделки используют жидко разведенный лак: нитроцеллюлозный, смоляной, масля-

ный, спиртовой. С помощью щетинной кисти им протирают один раз все закоулки рельефа, фон, выпуклости. Высыхая, лак впитывается в дерево и не оставляет блестящих потеков. От такой обработки резьба проявляется, выглядит свежей, текстура срезов становится хорошо видимой.

Резной рельеф можно тонировать водорастворимыми красителями (морилками, протравами) или водным раствором марганцовокислого калия.

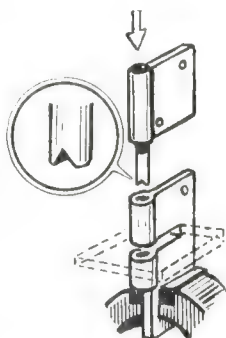
Интересная отделка получается обжигом паяльной лампой с последующей протиркой древесины стальной щеткой. На рельефе, особенно на хвойных породах, проступает четкая полосатая текстура (на лиственных слабее). Если поверхность обуглилась до черна, а резьбу нужно сделать светлее, ее сильно прочищают вдоль волокон. Щетка выбирает мягкие, наиболее прогоревшие участки годичных слоев до светлого тона. Твердые участки с почерневшим гребнем на-

чинают рельефно проступать. Если нужно сделать такую рельефную фактуру более глубокой, обжиг и протирку повторяют несколько раз.

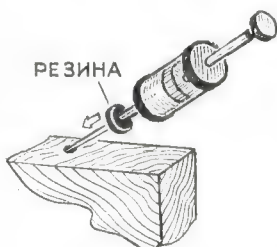
Рельефной резьбой украшают разнообразные деревянные поверхности, создавая на них изображения от простейших растительных орнаментов и узоров до сложных многофигурных сюжетных композиций.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Двойникова Е. С., Лямин И. В. Художественные работы по дереву. М., «Высшая школа», 1972.  
Званцев М. П., Заволжье. М., «Искусство», 1972.  
Круглова О. Русская народная резьба и роспись по дереву. М., 1974.  
Левин Л. П. Резьба по дереву. М., КОИЗ, 1957.  
Основы художественного ремесла (под ред. В. А. Барадулина). М., «Просвещение», 1979.  
Яновлев И. И., Орлова Ю. Д. Резьба по дереву. М., «Искусство», 1974.

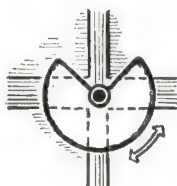


Если возникла проблема пробить отверстие в прокладке, выручит ненужная дверная петля. Пропилите в одной половине паз для закладки материала, а в другой запилите торец, как показано на рисунке. Остается зажать петлю в тиски, и пробойник готов. Советом поделился В. Шматов (пос. Загорянский).

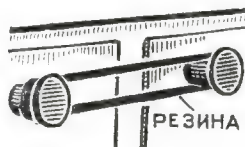


Для борьбы с жучками-древоточцами, поразившими древесину в небольшом количестве, В. Пейхель (г. Одесса) предлагает воспользоваться медицинским шприцем. Игла шприца вводится в ходы древо-точца (там, где видны опилки), и в них впрыскивается дезинсектал. На иглу предварительно надевается резиновая пробочка — ее прижимают к отверстию, когда впрыскивают жидкость.

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

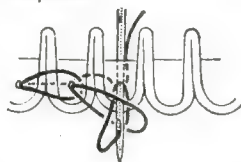


Чтобы маленькие дети не открывали дверцы шкафа, Н. Куренев (г. Свердловск) предлагает запор в виде диска с вырезом. Другой способ — надеть на ручки дверок сшитую в кольцо резинку.

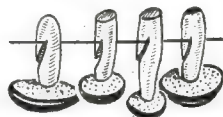


Начищенное бронзовое изделие быстро темнеет. Чтобы сохранить блеск, его следует подержать несколько минут в кипящей воде с небольшим количеством воска или парафина, а затем насухо вытереть. Образующаяся пленка надолго защитит бронзу от окисления. Советом поделился И. Сидоров (г. Ленинград).

Если застежка «молния» оторвалась от матерчатой основы, ее можно пришить с помощью машинной иглы, пишет А. Савин (г. Москва). Особенно удобен этот способ для ремонта в труднодоступных местах, например, в обуви, так как прокол иглой делается только с одной стороны.



Чтобы предохранить от гниения деревянные столбы и балки, их осмаливают. В. Почекаев (г. Ленинград) советует это делать так: конец столба обматывают 1—2 слоями рубероида, закрепляют его тонкой проволокой и мелкими гвоздями, а затем прогревают паяльной лампой. Битумная пропитка рубероида расплавляется, и он плотно приваривается к древесине.



Т. Смирнов (г. Кострома) предлагает сушить целые грибы на открытом воздухе, делая на ножке надрез и зацепляя им за леску. Так можно сушить даже слегка червивые грибы. Когда они начнут подсыхать, черви вылезут из них сами и попадают на землю.

Рукоятки ручного инструмента можно легко обтянуть хлорвиниловой трубкой, пишет А. Боровиков (г. Новосибирск). Чтобы трубка разбухла, ее на 15 минут опускают в ацетон. После этого она легко надевается на ручки, а высохнув, плотно их обтягивает.



# ИНДИКАТОР БУДУЩЕГО УРОЖАЯ

Оценить качество зерна перед посевом и на основании этой оценки отобрать семенной материал — значит повысить урожай самым простым и дешевым способом. Однако действующие приемы оценки семян по посевным кондициям и сортовой чистоте не дают полного представления о возможностях каждой отдельной партии зерна. Общеизвестно, что, равноценные по показателям сортовой чистоты и класса посевного стандарта, они могут весьма отличаться по урожайности. А ведь урожайные свойства — важнейшие. Но до сих пор стандартом они не нормируются, нет широкодоступного метода заблаговременного прогнозирования в производственных условиях.

Для оценки урожайных свойств обычно проводят полевой опыт, в котором сравнивают урожай, полученные от посева изучаемых партий семян. Конечно, это наиболее точный способ, но пользуются им уже после того, как семена использованы по назначению, то есть «стрелка переводится, когда поезд прошел». Да и опыты такие непросты: испытывать надо все партии семян. Так что подобные эксперименты оправданы лишь в научных целях.

В. Т. Шевченко, ученый из Ворошиловграда, предложил необычайно простой метод оценки посевных качеств зерна пшеницы. По результатам его работ опубликованы двадцать статей во всесоюзных журналах и сборниках научных трудов.

По решению секции семеноведения ВАСХНИЛ была разработана «Методика определения урожайных свойств мягкой пшеницы по признакам развития зародышей». Ученый готов оказать заинтересованным организациям необходимую помощь в ее внедрении.

Э. ЧЕРНОВ, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».

Каким будет урожай? — вопрос вопросов во все времена.

От солнца, дождя, ветра, сорта, от искусства земледельца и уровня агротехники зависит урожай, но больше всего — от качества семян. Добротность их охраняется стандартом. Он в соответствии с посевными качествами делит их на первый, второй и третий классы. Не отвечает зерно нормам — его считают некондиционным и к посеву не допускают. Класс зерен прежде всего определяется всхожестью и чистотой, то есть допустимым количеством семян других культур и сорных растений. Стандарт особенно строг к последним: для первого класса, например, в одном килограмме, то есть примерно на двадцать пять — тридцать тысяч зерен, допускается не больше пяти сорных семян.

Главный же показатель их качества — всхожесть, то есть процент нормально развившихся зерен в пробе для анализа.

Определяют ее через семь суток от начала посадки. За это время проклевываются здоровые ростки. Однако происходит это не во всех сразу: в одних — раньше, других — позже. Поэтому одновременно со всхожестью определяют энергию прорастания: оценивают ее числом семян, давших нормальные ростки за первые трие суток. Она характеризует способность зерен давать ровные, дружные всходы. Отвечают они требованиям ГОСТа, значит, считаются кондиционными, и тогда на них выдают удостоверение. На элиту и суперэлиту, то есть на исходные, лучшие семена, предназначенные для последующего размножения, особый

стандарт. Тут уж не удостоверения, а аттестат на четыре месяца.

Партии же кондиционных зерен последующих поколений получают свидетельство. Государственный контроль дополняется внутрехозяйственным. Его задача — не допустить нарушений технологии выращивания семян, правильно хранить и подготовить к севу. Посевные качества проверяют не только в специальных лабораториях государственных семенных инспекций, но и в хозяйствах. В каждом из них хранят акты полевой апробации, акты отбора средних образцов, результаты лабораторных анализов, проведенных Государственной инспекцией, акты об очистке сортовых семян и другие документы. Так строго охраняют основу урожая.

Оболочки семян берегут от малейших трещинок и повреждений, но предметом особой заботы и внимания является святая святых — его зародыш. Это самая маленькая, но главная часть зерна, основа нового растения.

...Владимир Трофимович Шевченко, заведующий кафедрой растениеводства Ворошиловградского сельскохозяйственного института, работает с семенами почти полвека, с тех пор, как окончил Киевский агроинженерный институт сахарной промышленности. Был агрономом, преподавал селекцию и растениеводство в техникуме. А в пятидесятых годах работал с пшеницей Лютеценс 62.

«Отличная пшеница, урожайная, — вспоминает Шевченко, — но повреждалась бо-

● ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, ФАКТЫ

Первый тип. Имеет форму валька, сравнительно крупный. Вздутый по всей длине. К этому же типу относятся зародыши со слабой поперечной перемычкой посередине.

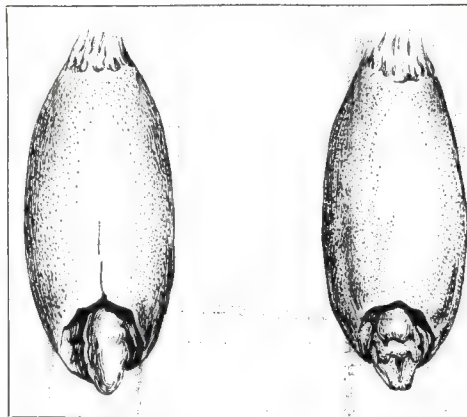
Зерновки с подобным зародышем имеют самую низкую плотность, мучнистый эндосперм, хотя каждая четвертая-пятая из них может быть частично или полностью стекловидными. Всхожесть семян не превышает 30—60 процентов. Тип этот немногочислен, но в отдельных партиях достигает восемнадцати — двадцати двух процентов. Балл продуктивности — 0,2.

Второй тип. Первичные органы весьма четко дифференцированы, это видно даже по его внешнему строению. Верхняя часть — «перышко» напоминает капельку, иногда несколько удлинненную, но всегда правильной формы. В нижней, корневой части зародыша — вмятина, чаще всего треугольная, направленная углом вниз.

Этот тип широко распространен: преобладает у большинства современных интенсивных, то есть отзывчивых на удобрения, сортов мягкой пшеницы. Он формируется более чем у половины, а в отдельных случаях даже девяносто пяти — девяносто девяти процентов зерновок таких сортов.

Семена в большинстве с повышенной плотностью и массой. Растения, развившиеся из них, обладают высокой продуктивностью. Балл продуктивности — 1,0.

Третий тип. В отличие от второго в верхней, стеблевой части имеет хорошо выраженное углубление. Оно обрамлено валиком, напоминающим подковку, концами обращенную вниз. Стеблевая и корневая части зародыша разграничены поперечным валиком, концы которого не всегда смыкаются посередине. У части зародышей углубление имеет измененно эллиптическую форму.



Величина зародыша, масса и плотность самих зерновок, как и продуктивность растений, уступают второму типу. Третий тип широко распространен, у некоторых сортов преобладает. Балл продуктивности — 0,7. Четвертый тип. Легко распознается по глубокой, широко раскрытой бороздке, проходящей вдоль всего зародыша снизу доверху. По всей ее длине нет никаких складок и валиков.

Процент четвертого типа невелик. Однако есть сорта, у которых он преобладает. По продуктивности уступает третьему типу. Зерновки с четвертым типом по размерам и массе не уступают зерновкам, несущим третий тип, а в благоприятные по влажности

лезнями, полежала. Ее улучшал переопылением, а затем подбирал семена. Нужно было описывать их, причем самым подробным образом. Работа эта очень кропотливая.

И вот Шевченко как-то заметил, что крохотные зародыши имели свою форму! А ведь то были семена, равноценные по сортовой чистоте, по классу посевного стандарта... Но одни зародыши походили на стиральный валеk, вздутый по длине, у других — верхняя часть, «перышко», напоминала капельку. У третьих — верхняя стеблевая часть имела углубление и т. д. Обнаружились пятый, шестой и седьмой типы.

Шевченко перебрал десятки тысяч зерен: всего у мягкой пшеницы оказалось семь типов зародышей, отличных друг от друга по внешним, морфологическим признакам. Исследователь просматривал литературу, отечественную и зарубежную: нигде и намека не было на эти отличия. Никто о них не упоминал.

«А может, правильно не упоминают? Вот если б обнаружить связь формы зародыша с какими-нибудь важными свойствами зерна. А если связей-то и нет вовсе? И не занялся ли я такой семенной френологией? — думал Шевченко. — Пытались же ревнители этой «науки» определять характер и склонности человека по форме его черепа. А тут на место черепа — зародыш...»

Но постепенно связи начали прощупываться. Оказалось, что форма зародыша накрепко связана с его внутренним строени-

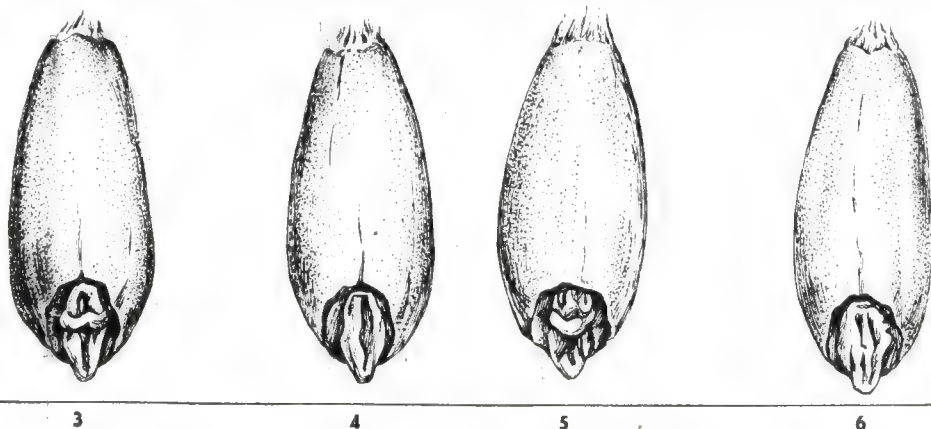
ем. Разрез зерновок показал: ткани зародыша первого типа имеют позрелую структуру, и различить отдельные органы его часто невозможно, ибо они деформированы. А вот у второго типа хорошо развита почечка: крупная, напоминавшая луковицу — зародыши имели повышенную плотность и массу. Словом, внутреннее строение каждого зародыша в зависимости от формы носило постоянный и индивидуальный характер.

Признаки эти легко различались при 8—10-кратном увеличении лупы или бинокля. Нужно было лишь рассматривать зерна при одинаковом освещении сверху, а ориентация их должна быть всегда в одной и той же плоскости.

И вот Шевченко подошел к самому главному: он начал искать связь формы зародыша с важнейшим свойством семян — их биологической активностью.

Уже проращивание зерен с зародышами различных типов в пробирках показало неодинаковую всхожесть, энергию роста и другие посевные качества одного сорта пшеницы. Самые высокие качества имели зерновки с зародышами второго типа. Десятки опытов на делянках и в производственных условиях подтвердили, что этот тип дает самый высокий урожай. Исходя из опытов, сделав поправки, вытекавшие из сопоставления прогнозируемых и фактических урожаев, Шевченко установил для каждого типа баллы продуктивности: первый тип — 0,2, второй (самый продуктивный) — 1,0, третий — 0,7, четвертый и пя-





годы даже превосходят их. Балл продуктивности — 0,6.

Пятый тип. Верхняя, стеблевая часть зародыша приплюснута, слабо приподнята над плоскостью щитка или же имеет неопределенную форму, как бы смытую кверху. Нижняя, корневая часть такая же, как у второго или третьего типа. По продуктивности примерно на уровне четвертого типа, уступающая второму и третьему.

Пятый тип представлен небольшим количеством зерен, однако в годы, неблагоприятные для их налива, процент его увеличивается за счет уменьшения числа второго типа. Сорта, у которых он преобладает, не установлены. Балл продуктивности — 0,6.

Шестой тип. Выделяется среди остальных слабым развитием. Поверхность его плоская, вдоль нее идут две-три неглубокие бороздки. Верхняя и нижняя части не разделены. Большинство имеют малые размеры, пониженную плотность и массу. Этот тип немногочислен, но в засушливые годы его количество возрастает в два-три раза. Сортируя зерно, можно резко снизить процент таких семян. Есть сорта, у которых он преобладает. Подобный тип характерен для зародышей полбы и других пленчатых пшениц. Балл продуктивности — 0,4.

Седьмой тип. Имеет две, реже три глубокие поперечные бороздки, чаще — смещенные кверху. Встречается редко.

тый — 0,6, шестой — 0,4. Седьмой же тип был малочисленным и на результаты оценки не влиял. Теперь, чтобы определить биологическую активность любой партии семян, следовало провести анализ по типам зародышей и высчитать процент каждого из них. Потом умножить на соответствующий балл и полученные произведения суммировать по всем типам. Полученная цифра и являлась показателем продуктивности всей семенной партии. У озимых пшениц формирование зародышей заканчивается раньше полного созревания самих зерновок, на 17—20-й день после оплодотворения. Поэтому даже по недозревшим зерновкам Шевченко мог определить принадлежность зародыша к определенному типу.

Теперь следовало выяснить, насколько устойчиво соотношение типов у того или иного сорта пшеницы, как оно меняется от погоды, агротехнических и других условий. В 1961—1967 годах Шевченко, проанализировав десятки, сотни тысяч зерен, пришел к выводу: «Соотношение у отдельных сортов устойчиво». Существенные различия по этому признаку между ними есть даже тогда, когда сорта принадлежат к одному экологическому типу, как, например, Одесская 3 и Одесская 16. Так, у последней зародышей второго типа содержалось семьдесят два процента, а у первой — четырнадцать, то есть в пять с лишним раз меньше. Значит, эти сорта, внешне отличающиеся лишь длиной зубцов колосковых чешуек, легко распознать по зародышам, так как в любом колосе Одесской 16 преобладает второй, а

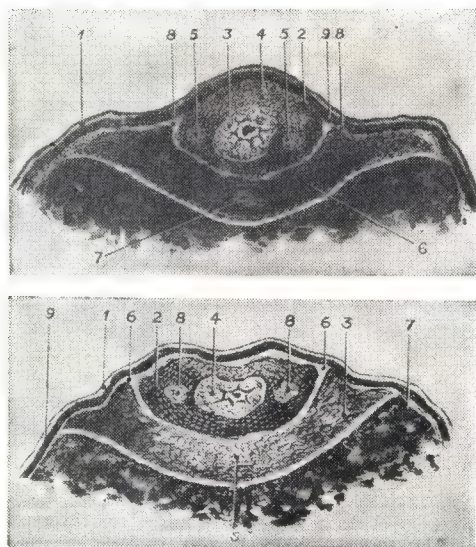
у Одесской 3 — третий тип. Правда, легко распознавались по этому признаку не все сорта, однако и для них можно было установить преобладающий тип. Были и такие пшеницы, где преобладали одинаковые типы, например, у Ферругениум 1239 и у Пшенично-пырейного гибрида 186.

У некоторых сортов обнаружилось особое соотношение типов, присущее только им: знаменитая Безостая 1 выделялась исключительно высокой однородностью по ним — девяносто четыре процента самого продуктивного, второго типа! Ее безошибочно можно было распознать среди других сортов по зерну. То же обнаружилось у пшениц Мироновской 808, Мильтурум 120, Эритроперум 917, Лютесценс 329.

Итак, заключил Шевченко, соотношение типов в сочетании с другими признаками зерновки может служить основой для сортового лабораторного контроля.

Анализ зерна, как убедился ученый, не представлял особых трудностей. Опытный лаборант свободно анализировал за рабочий день 2—2,5 тысячи семян.

Изучая, как размещены отдельные типы в пределах колоса и колоска, Шевченко установил зависимость между расположением зерновки и формированием у нее того или иного типа зародыша. Основные, то есть высокопродуктивные, типы, как правило, формировались в средней части колоса, в средних и нижних цветках колоска. Отклоняющиеся же малопродуктивные типы — в верхней и нижней части колоса и в верхних цветках колоска, то есть на уча-



Поперечные разрезы через почки второго и третьего типов.

Внутреннее строение зародышей в зависимости от типа зародыша: 1 — перинарий; 2 — семенная оболочка; 3 — первичный зародышевый лист; 4 — колеоптиль (видоизмененный первый лист проростков злака, имеющий вид заостренного прозрачного колпачка); 5 — щиток (семядоля однодольных растений, видоизмененная по форме и физиологической функции); 6 — эндосперм; 7 — воздушная полость; 8 — верхний уровень щитка; 9 — оболочка.

Второй тип. Поперечный разрез через почку (Х40). Почечка хорошо развита, крупная, напоминает оболочку. Виден дугообразный массивный щиток. На верхней его стороне в небольшом углублении лежит вся стеблевая часть зародыша в виде двух колец, вложенных друг в друга. Наиболее продуктивный тип.

Третий тип. Поперечный разрез через почку. Видна почка, расположенная в углублении щитка. В большинстве случаев вся стеблевая часть погружена в ложе, образуемое щитком, и не возвышается над ним. Сама почечка не имеет такой правильной округлой формы, как у второго типа. Немного сплюснута. Эта сплюснутость больше всего выражена посредине. Поэтому верхняя часть приобретает форму блюдца.

ствах, наименее обеспеченных водой и питательными веществами.

Оставалось предположить, что увеличение процента основного, продуктивного типа должно сопровождаться повышением, а отклоняющихся типов — снижением урожайности. «Значит, пользуясь этим показателем, можно пытаться прогнозировать урожайные свойства семян».

Чтобы проверить это положение, Шевченко изучил, как изменяется соотношение типов зародышей у некоторых сортов озимой пшеницы в зависимости от погодных, агротехнических условий и почвенно-климатических зон.

В 1961 и 1964 годах погода была отличной для роста и развития озимых. И в эти годы — самый высокий процент основных продуктивных типов зародышей. А вот 1963 год был неурожайным, озимые всходы — слабыми. Они погибли от осенней засухи, а те, что сохранились, дали низкий урожай. Тут соотношение резко сдвинулось в сторону отклоняющихся, малопродуктивных типов. У Одесских 16 и 3, например, увеличился процент первого типа. А вот в периоды с более или менее одинаковой погодой соотношение зародышей мало менялось в одном районе.

Если же районы пересеев, то есть репродуктивования, имели неодинаковые почвенно-климатические условия (Луганский сельскохозяйственный институт и Львовская опытно-селекционная станция Курской области), то даже в один год сочетание типов зародышей резко различалось в этих местах. Различия выражались десятками процентов. Так, у сорта Белоцерковская 198 в урожае 1964 года, полученном в Луганском СХИ, было свыше 37 процентов второго типа и почти 50 процентов третьего, а на Львовской опытно-селекционной станции — соответственно 52,1 и 37,1.

Заметим: почвы Львовской опытно-селекционной станции — мощный чернозем. Поч-

вы опытного поля Ворошиловградского СХИ — чернозем обыкновенный маломощный суглинистый карбонатный. Разумеется, кроме почвы, на качество семян сильно влияют погодные условия и температурный режим: обильные осадки и снижение температуры приводят к резкому ухудшению посевных и урожайных свойств зерна.

Значительно меньшим оказался этот показатель на так называемых контрастных агрофонах. Скажем, в урожае 1964 года (Львовская опытно-селекционная станция) у сорта Белоцерковская 198, то есть там, где земля отдыхала, было девятью восемь процентов второго типа по черному пару, и два раза выше, чем по занятому до этого другими культурами. Значит, хорошие условия выращивания повышали процент основных типов, плохие, наоборот, снижали его.

Таким образом, по соотношению зародышей можно было судить об условиях, в которых они сложились, и оценивать достоинства семенного материала. В 1976 году Шевченко, используя в четырех районах Ворошиловградской области свою методику, попытался определить урожайность больших партий семян.

Массовый их анализ — семьдесят пять партий от восьмидесяти тысяч центнеров озимой пшеницы в колхозах и совхозах — показал довольно большие различия в урожайных свойствах. В отдельных случаях, по шкале, составленной Шевченко, они достигали 15—20 баллов, то есть двадцати — двадцати пяти процентов. При средней урожайности двадцать пять центнеров с гектара это составляет 5—6 центнеров на гектар.

Как отобрать лучшие семена?

Методика, разработанная Шевченко, проста. Для анализов не нужно много времени и сложного оборудования, их можно проводить в любой семенной лаборатории. Точность определения зависит главным образом от представительности (репрезента-



Пшеница, проросшая из зерновки со вторым типом зародыша (второй цилиндр слева), — самая высокая и нустистая.

тивности) пробы и умения быстро определять морфологический тип зародыша. Все это приобретает под руководством опытного консультанта в короткие сроки.

Возможны и другие способы отбора наиболее продуктивного зерна. Например, такой. Зерно в каждом отдельном колосе созревает сначала в средней части, затем в верхушке и основании. Соответственно лучшее зерно — в середине колоса. С этим, кстати, согласуются исследования Шевченко.

Кстати, зерновки с различными морфологическими типами зародышей обладают неодинаковыми электрическими свойствами: при изменении напряжения поля однотипные по зародышам зерновки приобретают одинаковую ориентацию. Помещенные, скажем, между двумя электродами, они становятся вертикально, тогда как зерновки с другими типами зародышей останутся в горизонтальном положении. Значит, этот принцип можно положить в основу сеяносортировальных машин.

Шевченко полагает, что его метод можно использовать для отбора более урожайных партий при создании семенных, страховых и переходных фондов прямо в хозяйствах и фондов сортовых семян на государственных складах.

Определять, насколько целесообразны те или иные приемы семеноводческой агротехники.

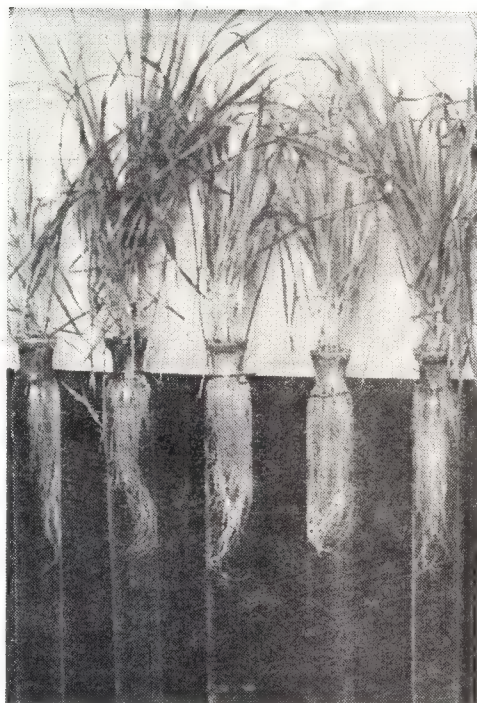
Выбирать оптимальные режимы и схемы подготовки семян. Результаты оценки по этому методу могут служить основным критерием выбора при организации специальных семенных хозяйств, районов и зон семеноводства. То есть устанавливать, где выращивать семена данного сорта: в Смоленской области или, скажем, в Краснодарском крае. Наконец, широко применяя этот метод, можно выработать стандарт на урожайные свойства, которыми будут руководствоваться наравне со стандартами на посевные и сортовые качества семян.

Каков же научный задел исследователя на сегодня? Здесь Шевченко идет в нескольких направлениях.

По мягкой пшенице он изучил связи между строением зародышей и биологической активностью семян и растений, выяснил, как влияют агротехнические условия и внешняя среда на формирование различных типов, сопоставил урожайные свойства семян, предсказанные им, с фактическими, полученными в полевых опытах.

По твердой пшенице и озимой ржи изучил строение типов зародышей.

Словом, нынешние итоги его работ кратко формулируются так: установлено семь типов строения зародышей и связь их с массой семян, а также с плотностью последних, интенсивностью начального роста и продуктивностью растений. Количественное соотношение типов строения зародышей генетически обусловлено для каждого



сорта, однако оно существенно меняется под воздействием агротехнических и погодных условий. Как считает Шевченко, опытами в поле и в лаборатории доказано, что по соотношению типов зародышей можно определять урожайные свойства партий семян.

Вот отзыв на работу Шевченко директора Мироновского НИИ селекции и семеноводства пшеницы академика В. Н. Ремесло: «Автором на большом экспериментальном материале доказана связь морфологических типов зародышей с крупностью, всхожестью, силой роста и другими свойствами семян, продуктивностью и некоторыми конституционными особенностями растений. Открытие этой связи создает широкие возможности для познания сортовых признаков, совершенствования многих физиолого-биохимических и других лабораторных исследований семян. Зная биологическую ценность зародышей и соотношение их в разных партиях семян, можно прогнозировать урожайные свойства семенной партии, отбирать для посева наиболее ценные из них. Установленное Шевченко явление «сдвига» в соотношении типов зародышей под воздействием внешних факторов, способов сортирования и подготовки зерна можно использовать для разработки приемов семеноводческой агротехники, установления оптимальных технологических режимов сеяноочистительных машин. Связь морфологических типов зародышей с сортовыми и видовыми признаками пшеницы может использоваться в селекционной практике и сортовом контроле».

Москва — Ворошиловград.

# В ДОМЕ НА КРО

Более десяти лет в Московском Доме ученых на Кропоткинской существует литературное объединение. Оно объединяет (в прямом смысле этого слова) ученых самых разных специальностей и научных интересов. Доктор геолого-минералогических наук профессор Марина Алексеевна Фаворская; доктор медицинских наук, член-корреспондент Французской и Бельгийской Ассоциации ученых Вера Аркадьевна Парнес (о научно-художественных книгах — биографиях ученых, принадлежащих перу В. А. Парнес, наш журнал недавно писал); кандидат технических наук, специалист по тепловым двигателям М. М. Мордухович; кандидат экономических наук Н. К. Метелкина; старший научный сотрудник Е. А. Шкловский; кандидат биологических наук, биохимик Н. В. Бромлей; инженер-нефтяник Г. М. Завтонова; кандидат исторических наук М. Н. Цетлин; кандидат технических наук О. Н. Дубровская; кандидат технических наук И. Н. Соколов — таков далеко не полный список активных членов литобъединения Дома ученых.

Здесь на своих еженедельных собраниях они все заняты общим делом — литературным творчеством и все, независимо от своих ученых степеней и званий, — ученики.

Ученики, независимо также от того, что у одних уже печатаются стихи, эссе и рассказы или приняты к постановке пьесы и выходят книги, а у других — круг читателей ограничен рамками литобъединения.

В создании плодотворной атмосферы ученичества большая заслуга руководителя литобъединения кандидата филологических наук Всеволода Юрьевича Троицкого. На занятиях здесь не только обсуждают произведения друг друга, доброжелательно и нелицеприятно критикуют их, помогая друг другу в работе, но и изучают непреходящие образцы — большую русскую литературу прошлого, лучшие достижения советской литературы.

Мы знакомим сегодня читателей всего лишь с несколькими отрывками из произведений участников литобъединения Дома ученых — рассказом М. Фаворской, безусловно навеянным ее личными воспоминаниями, с главой из книги В. Парнес об ее учителе И. Г. Бейлине «У истоков отечественной эпифитотиологии» [наука о массовых болезнях растений], с несколькими лирическими стихотворениями. Надеемся, что встреча с творчеством других участников литобъединения на страницах журнала «Наука и жизнь» еще впереди.

**Н. БРОМЛЕЙ.**

\* \* \*

Это ложь, что в науке поэзии нет.  
В отраженьях великого мира  
Сотни красок и звуков уловит поэт  
И повторит волшебница лира.

Молодой вулканолог, глаза заслоня,  
Замерев от восторга и страха,  
Из струящейся лавы, сквозь море огня,  
Слышит явственно музыку Баха.

За чертогами формул, забыв о весне,  
В мире чисел бродя, как лунатик,  
Вдруг гармонию выводов дарит струне,  
К звучной скрипке прильнув, математик.

И поэзию силы и вечной борьбы,  
Беспощадной и лютой, как молот,  
Словно страшную книгу Великой Судьбы,  
В жизни тварей читает биолог.

И как грозную музыку нынешних дней,  
Социологи слышат законы,  
По которым исчезнут из жизни людей  
И насилье, и войны, и троны.

Настоящий ученый, он тоже поэт,  
Вечно жаждущий знать и предвидеть.  
Кто сказал, что в науке поэзии нет?  
Нужно только понять и увидеть!

**К. ПЕТКЕВИЧ.**

## ЧЕРНАЯ БЕРЕЗА

Идем во ржи орловскими полями,  
Где жаворонок радостный поет,  
И медленно, издали пред нами  
Береза чернотольная встает.

Она встает, как взрыва факел черный,  
Как траур по отдавшим жизнь в бою,  
И памятник неволе обреченным,  
Но не склонившим голову свою.

И кажется, береза почернела,  
Впитав корнями кровь и дым войны,  
И поднялась своим суровым телом  
Здесь на защиту мирной тишины.

Хранят поля, где лютовали грозы,  
Земные шрамы горестных могил.  
В траншеях старых белые березы  
На смену черной ветер посадил.

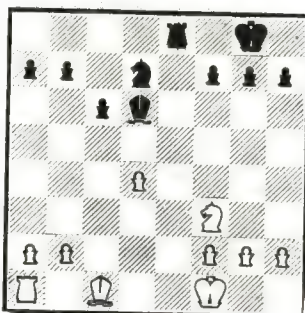


44. К: а2 Л: а2 45. Л: е1  
Л: а4 46. б6.

Но Алехин сыграл 42. Крг4, и после 42... Лdb2 материальные потери стали неизбежны: 43. Лс1 Л: е2. Попытку белых создать матовую сеть 44. Лс8+ Кре7 45. Лес4 Микенас разрушил ходом 45... f5+. После 46. ef+ (если 46. Крг5, то 46... Кpf7! с угрозой 47... Се7+) 46... Кр: f6 47. Л4с7 е5! 48. Л: b7 ef 49. gf Лg2+ 50. Кpf3 Лgf2+ 51. Кре3 Лae2+ 52. Кpd3 Ле6 53. Лс6 Лf3+ 54. Кpd4 Л: f4+ 55. Кpd5 Лf5+ 56. Кpd4 Л: с6 57. bc Кре6 58. Лb5 Л: b5 59. ab Кре6 60. Кре4 Кс7 61. Крb3 Крb6 62. Кс4 Сd6 63. Крд5 Сb8 64. Кс4 Сс7 Алехин, наконец, сдал партию и... три дня не разговаривал с «обидчиком»!

Макс Эйве, «на время отобравший» у Алехина высший титул, в Ноттингемском турнире 1936 года участвовал в качестве чемпиона мира. Его партия с 68-летним экс-чемпионом Э. Ласкером пришла к такой позиции.

## ЛАСКЕР — ЭЙВЕ

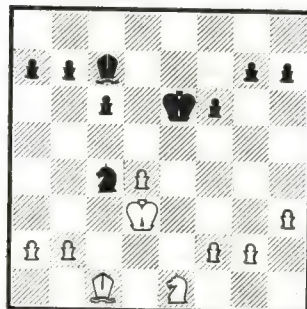


### Ход черных

Использовать относительную слабость пешки d4 черные не в силах, и партнеры могли со спокойной совестью согласиться на ничью. По мнению Алехина, Ласкер считал неудобным предложить мир, так как с чисто теоретической точки зрения его позиция была чуть хуже. А Эйве, как новый чемпион мира, считал себя обязанным использовать даже микроскопический шанс. Словом, как у Маршака: «лучше пусть отсохнут ноги...»

16... Кb6 17. Сd2 f6 18. Ле1 Л: е1+ 19. К: е1 Кpf7 20.

Кре2 Кре6 21. h3 Кс4 22. Сс1 Сс7 23. Кpd3.



Ласкер напал на коня, и Эйве решил тоже атаковать коня — 23... Са5?, не заметив завлекающего промежуточного хода 24. b4! После 24... С: b4 25. Кс2 одновременное нападение на обе легкие фигуры вынудило Эйве капитулировать: 25... Сd2 26. С: d2 Кb2+ 27. Кре2 Кpd5 28. Сс1 Кс4 29. Кpd3. Играть эндшпиль без слона — занятие безнадежное не только с Ласкером. Через несколько ходов черные сдались.

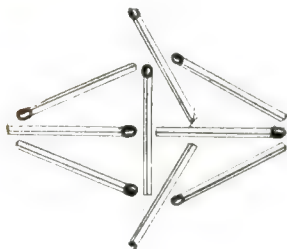
Добавим, что в итоговой таблице турнира в Ноттингеме от победителей — Ботвинника и Капабланки — Эйве отделяли пол-очка...

## КТО БЫЛ ЗА РУЛЕМ

Хотя Логан утверждал, что два дня не садился в машину и утром за рулем была его жена, он, демонстрируя инспектору тихую работу мотора, удобно устроился за рулем. Если бы машину последнее время водила его миниатюрная жена, ему, человеку почти двухметрового роста, пришлось бы подгонять под свой рост сиденье.

### ЗАДАЧИ СО СПИЧКАМИ

Задание 1 имеет два решения.



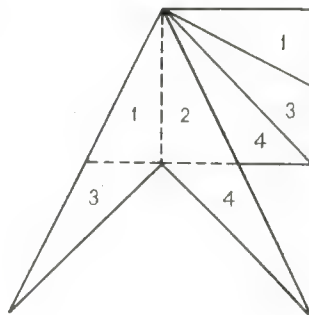
Так решается задание 2.



## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### КВАДРИРОВАНИЕ ФИГУР

Квадрирование при четырех разрезах.



# ИСТИННАЯ ИСТОРИЯ ОТЦА ПАР

Профессор Джозеф Бэнкс Райн (США) считается основателем парапсихологии. Сторонники этого учения любят приводить Райна в качестве образца научной объективности и скрупулезности, охотно ссылаются на его труды. Известный французский популяризатор науки, журналист Мишель Рузе, изучив работы Райна, опубликованные материалы о его деятельности и мнение критиков парапсихологии, показывает, что на самом деле Райн признавал только те «факты», в существование которых ему хотелось верить, и, по-видимому, во время своих опытов он не раз был жертвой ловких мошенников.

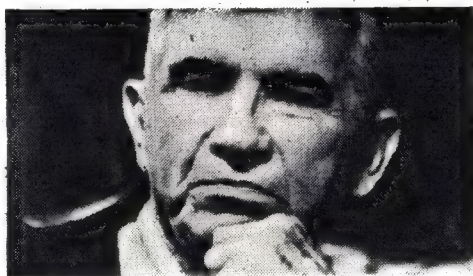
Предлагаем вниманию читателей сокращенный перевод статьи Рузе из французского журнала «Сьянс э ви» («Наука и жизнь»).

М. РУЗЕ.

Дж. Б. Райн, скончавшийся в апреле прошлого года, был основателем парапсихологии, дисциплины, претендующей на науку. Созданный им лексикон терминов — пси-способность, внемчественное восприятие, психокинез — широко используется как практиками, демонстрирующими перед публикой свои поразительные способности, так и теоретиками, обсуждающими эти способности и эксперименты с ними в толстых журналах и пытающимися иногда найти в современной физике научное обоснование так называемых «паранормальных явлений».

Окончив школу, Райн захотел стать священником и в течение полутора лет изучал богословие. В это время Америка вступила в первую мировую войну, и Райн пошел добровольцем в морскую пехоту. Он не утратил веры в бога, но по возвращении уже не вспоминал о желании стать пастором. Райн поступил в Чикагский университет, где изучал физиологию растений. В 1925 году он окончил университет и два года работал на кафедре ботаники в университете Западной Виргинии.

В это время произошли две встречи, которые во многом определили его судьбу. Райн присутствовал на лекции Артура Конан Дойла, создателя Шерлока Холмса и ярого сторонника спиритизма. Позже Райн писал: «В его мыслях безусловно есть доля истины... Мысль об этой простой возможности (о том, что «души» людей после смерти обитают в загробном мире и посредством медиумов могут общаться с живыми) была самой воодушевляющей из идей, которые мне встречались за многие годы... Примерно в это же время он побывал на лекции Уильяма Мак-Дугалла, председателя Британского общества психических исследований. Мак-Дугалл рассказал о своих опытах с медиумами и изложил свою философию, согласно которой сознание существует независимо от мозга, хотя они могут влиять друг на друга. В заключение он предложил слушавшим его сотрудникам американских университетов присоединиться к исследованиям, которые мы сейчас назвали бы парапсихологическими.



Профессор Джозеф Бэнкс Райн.

Райн с энтузиазмом подхватил этот призыв. Когда в 1927 году ему предложили кафедру психологии в Университете Дьюка, он собрал небольшую группу студентов и занялся работой с медиумами-профессионалами, чтобы доказать существование загробной жизни.

Об этом начале карьеры Райна энтузиасты парапсихологии предпочитают сейчас не вспоминать, ибо спиритизм давно уже разоблачен и вышел из моды.

Личность Райна соединяла в себе две черты: с одной стороны, скрупулезность ученого-экспериментатора, привыкшего к повторным опытам и проверкам; с другой стороны, абсолютную, лежавшую за пределами разума уверенность в существовании неких особых психических явлений, уверенность, доходившую до наивности. В 1927 году Райна потряс талант молодой лошади Леди Вондер. Он загадывал число или букву и записывал их в блокнот, никому не показывая. Затем он усиленно думал о загаданной цифре или букве, и лошадь читала его мысль, тыча мордой в кубик с соответствующим знаком. Это хорошо известный цирковой трюк: животное указывает на буквы или цифры, будучи приученным реагировать на незаметные для публики сигналы дрессировщика. Но Райн тотчас же поверил, что животное получало информацию путем телепатии. Вместе с женой он написал и послал в один психологический журнал исполненные энтузиазма статьи о



# АПСИХОЛОГИИ

лошади, которая читает мысли на расстоянии.

Несмотря на свое восхищение, Райн все же заметил, что опыт удается только тогда, когда владелица Леди Вондер, некая миссис Фонда, находится поблизости. Вместо того, чтобы просить хозяйку удалиться на время опытов, Райн разрешал ей оставаться рядом и успокаивать нервную кобылку. Во всяком случае, как утверждал Райн, миссис Фонда не знала, какую цифру он загадывал, так что обман исключался. И только во второй статье «Леди Вондер — лошадь, читающая мысли» Райн нечаянно выдал ключ к разгадке: если он записывал загаданную цифру в блокнот, стоя за спиной миссис Фонда, опыт не удавался.

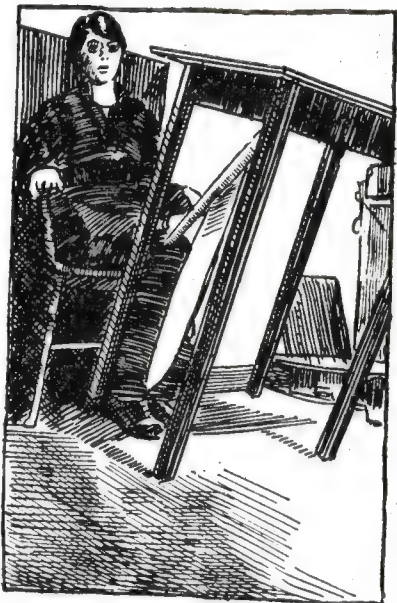
Узнав об этом, фокусник-профессионал Мелбурн Кристофер решил понаблюдать за этими опытами, не открывая своего ремесла. Миссис Фонда вручила ему длинный карандаш и блокнот и предложила отойти в сторону, чтобы записать цифру. Кристофер сделал вид, что пишет 8, а сам написал 3. Лошадь указала на восьмерку. Кристоферу все стало ясно: миссис Фонда умела читать по движениям карандаша — техника, хорошо известная иллюзионистам.

Когда Кристофер раскрыл этот секрет в статье о «животных, читающих мысли», Райн и его жена согласились, что миссис Фонда прибегала к этому трюку, но, по их мнению, она начала пользоваться им только с 1928 года, потому что к этому времени кобылка утратила свои парапсихологические способности. А ранее, то есть когда Райн проводил свои опыты, лошадь на самом деле читала его мысли путем телепатии...

Конечно, эта забавная история не главное в деятельности Райна. Но это яркий пример отсутствия у него критического восприятия.

С 1930 года Райн отказался от попыток установить связь с потусторонним миром и сконцентрировал свои усилия на том, что он назвал позже «внечувственным восприятием», то есть восприятием помимо органов чувств. Райн не слишком был уверен в достоверности сведений, получаемых медиумами с того света. Поэтому его особенно интересовали поиски наглядных экспериментальных доказательств, которые убедили бы неверующих если не в существовании загробной жизни, то хотя бы в сверхъестественных способностях мозга.

Еще до Райна в опытах по телепатии использовались карты. Один из сотрудников Райна, К. Зенер, предложил вместо обычных игральных специальные разработанные им карты с геометрическими символами: круг, квадрат, крест, три параллельные волнистые линии и звезда. Почти вся работа Райна была в дальнейшем основана на этих



Придя к парапсихологии от спиритизма, Райн сохранил наивную веру энтузиастов этого модного тогда поветрия. Этот рисунок взят нами из старой книги по спиритизму. Он сделан с фотографии, снятой при вспыхе магния во время спиритического сеанса. Ясно видно, что стол начинает подниматься, так как медиум поднимает его коленом, действуя через палку или линейку. Тем не менее подпись к рисунку гласит: «Медиум материализовал специальные струнтуры, с помощью которых духи поднимают стол».

картах Зенера, 25 штук в колоде, по 5 с каждым символом. Употреблялись главным образом три методики. Первая состояла в следующем: карты перетасованы, сняты и разложены на столе вниз лицом. Берут любую карту, перципиент (тот, кто должен воспринимать внечувственную информацию) называет ее, и ее кладут в сторону, по-прежнему вниз лицевой стороной. Затем берут следующую карту по выбору экспериментатора либо перципиента и так далее. Ответ перципиента каждый раз записывается, и потом запись сравнивают с отложенной стопкой пропущенных через опыт карт. Вторая методика: карты не выбирают, они сложены перетасованной колодой, и перципиент должен угадывать их в том порядке, в котором они лежат. При третьей методике картами не пользуются: экспериментатор загадывает один из символов и записывает его, а перципиент должен его отгадать. Последняя методика пригодна для опытов на телепатию, а первые две и для опытов с поисками двух других явлений, в существование которых верят парапсихологи: ясновидения, то есть получения информации без всякого участия органов чувств, и предвидения (проскопии) — получения знаний о будущих событиях. В самом деле, если экспериментатор и сам не будет в ходе опыта смотреть на лицевую сторону разложенных на столе или сложенных в коло-

ду карт Зенера, а при просмотре записи ответов перципиента окажется, что большое число карт было угадано правильно, то придется сделать вывод, что мы имеем дело не с телепатией, а с ясновидением либо предвидением.

Какую бы методику ни использовали, результат оценивается на основании теории вероятностей. В каждой колоде 25 карт, 5 символов повторяются по 5 раз. Если правильно угадать можно лишь случайно, то на каждую колоду должно приходиться в среднем пять удачных ответов. На деле, естественно, иногда правильных ответов будет меньше, иногда больше пяти. Если повторить опыт с колодой карт сто раз, в некоторых «прогонах» колоды будет 9 правильных ответов, а в одном или двух — даже 10. Вероятность 13 правильных ответов — 1:6.

Наиболее одаренные парапсихологическими способностями перципиенты Райна достигали в среднем 8—9 правильных ответов при большом количестве опытов. Самым блестящим из них был Губерт Пирс, студент факультета богословия. При 690 прогонах колоды (17 250 карт) среднее число правильных ответов на один прогон составило у него 8. Этот результат может показаться скромным: 5 или 8 — не так уж велика разница. На самом деле, чем больше сделано прогнов, тем ближе среднее число успехов должно подходить к пяти на прогон. Если правильный ответ — результат чистой случайности, то при 690 прогонах колоды вероятность получить среднее число правильных ответов на прогон хотя бы 5,3, согласно теории вероятностей, составляет всего один шанс против миллиона. Поэтому 8 верных ответов — феноменальный результат. Значит, в опытах с участием Пирса вмешивался и другой фактор, кроме случая. Для Райна и его коллег не было сомнения, что этот фактор — внематериальное восприятие.

Опыты Райна тогда же, в тридцатых годах, стали повторять другие исследователи в разных институтах. Эти повторные опыты были во многих случаях широкомасштабными. Но нигде не получили таких исключительных результатов, как в Университете Дьюка. В Англии ревностный сторонник парапсихологии С. Соул провел 128 350 опытов по телепатии и ясновидению со 160 перципиентами по методике Райна. Опыты продолжались пять лет. Результаты не превысили средней ожидаемой по теории вероятностей цифры, за исключением одного перципиента, давшего чуть более высокий результат, который чисто случайным путем мог появиться с вероятностью 1 против 10. Но так как в опытах участвовало 160 человек, то можно было ожидать, что по крайней мере один из них превысит средний результат. Ведь возможность «сорвать» самый крупный выигрыш у каждого купившего лотерейный билет очень мала, тем не менее кто-то получает этот выигрыш, и это не значит, что он обладает какими-то сверхъестественными способностями — ему просто повезло.

Невысокий процент положительных результатов у повторявших опыты Райна заставляет внимательно перечитать его отчеты.

В них настойчиво повторяется, что были приняты меры, чтобы избежать любого обмана, умышленного или невольного; в частности, перципиенты не имели возможности касаться карт, которые им предстояло угадать. На самом деле все обстояло несколько иначе. Первый наем, заставивший настояться, вытекал из сравнения результатов, полученных, когда перципиенты находились в непосредственной близости от угадываемых карт и когда они были на некотором расстоянии. Результаты были гораздо лучше в первом случае. Сам Райн отмечал, что первые карты Зенера, сделанные кустарно в университете, были выполнены небрежно: некоторые из них были чуть больше других. Как ни мала была разница, внимательный человек, заметивший, какие именно карты больше, мог иногда их точно определить, а как уже было сказано, достаточно очень небольшого превышения среднего числа правильных ответов над вероятным, чтобы можно было говорить о внематериальном восприятии. Многие из карт просвечивали при разглядывании на свет, а у некоторых края символа заходили на обреш.

Начиная с 1936 года карты Зенера стали делать промышленным способом, и они поступили в широкую продажу в США. На колодах было написано: карты для опытов по внематериальному восприятию, разработанные в лаборатории парапсихологии при Университете Дьюка, патент Дж. Б. Райна. Многие ученые заметили, что при определенном освещении рисунок на некоторых картах выступает на оборотной стороне и можно разглядеть его на картах, лежащих лицом вниз. К тому же рубашка каждой карты печаталась не сплошным узором на большом листе картона, а отдельно, и машина, резавшая карты, иногда захватывала и узенькую полоску белого картона без узора. По этой малозаметной примете все же можно было угадать некоторые карты.

При внимательном расследовании были найдены также крупные недостатки в организации опытов Райна. Особенно сомнительны выдающиеся результаты Пирса. Опыты с ним проводились следующим образом. Пирс сам мешал карты, экспериментатор снимал их и клал на стол. Пирс отгадывал 5 карт. Затем они вместе смотрели карты и записывали результаты. Эти 5 карт возвращали в колоду, ее снова тасовали, снимали и начинали сначала, так делали до 25 раз, после чего колоду меняли. Каждый любитель точечной игры поймет, что при такой системе шансы Пирса, уже после первой серии знавшего приметы 5 карт и участвовавшего в тасовании, сильно возрастали.

Еще более поразительные результаты были получены в опытах студента-психолога Дж. Пратта с тем же Пирсом. Пратт сидел в одной из комнат университета, а Пирс уходил в библиотеку и садился там между стеллажами. Расстояние между Праттом и Пирсом составляло не менее 90 метров по прямой. Они заранее условливались о времени начала опыта и об интервалах, через которые Пратт будет брать карты из колоды. В условленный час Пратт тянул первую

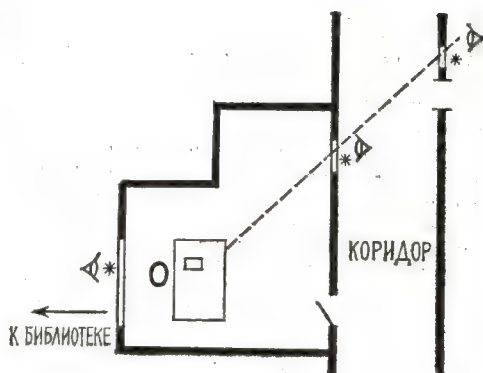


карту, клад ее на стол, не открывая, потом так же поступал со второй и т. д. Только после окончания опыта он переворачивал карты и записывал символы по порядку. Пирс делал записи в процессе угадывания. Оба передавали свои записи Райну в отдельных запечатанных конвертах. В 1933—1934 годах было проведено четыре серии опытов, среднее число правильных ответов на серию — от 6,7 до 9,9, то есть очень много. Опыт Пирса — Пратта стал классическим в парапсихологии, и никакие проверки не могли найти лазеек в строгой системе опытов, выявивших, казалось, выдающиеся способности Пирса к ясновидению.

Только в 1964 году английский психолог Ч. Хэнзел провел еще одну проверку<sup>1</sup>. Хэнзел сделал то, о чем четверть века назад никто не подумал: он не ограничился изучением отчетов об опытах, а отправился в Университет Дьюка, в помещения, где проводились эти опыты. Он нашел Пратта, который и показал ему все и ответил на вопросы о методике опыта. Обнаружилось, что у Пирса было по крайней мере две возможности наблюдать за Праттом без его ведома (см. схему). Разумеется, хотя доказано, что Пирс мог жульничать, сам факт обмана не доказан, и можно предпочесть гипотезу о ясновидении. Остается тогда объяснить, почему же в предыдущих опытах, когда расстояние между перпициентом и экспериментатором составляло всего несколько метров, Пирс терял способность ясновидения и обретал ее вновь на расстоянии 90 метров...

При подробном изучении опытов самого Райна выяснилось, что он крайне вольно обращался с результатами. Пока испытуемый давал результаты выше среднего случайного, они регистрировались; когда число неверных ответов было выше нормы, Райн заявлял, что испытуемый устал и эту серию можно не учитывать. Изобретательность Райна и его сотрудников пошла даже дальше. Если число правильных ответов не превышало среднее число удач, предписываемое теорией вероятностей, Райн заявлял, что ясновидение может «отклоняться» назад или вперед. Если не угадана вынутая из колоды карта, надо проверить еще предыдущую и последующую — может быть, угаданы именно они, ведь смешно было бы ограничивать ясновидение именно данной минутой! Такие отклонения могут доходить до 2—3 карт вперед или назад. Ясно, что, следуя этому принципу, можно получить «доказательство» существования парапсихологических явлений из любой серии опытов, какие бы результаты она ни дала!

Уйдя в 1965 году на пенсию, Райн передал руководство лабораторией своему ближайшему помощнику Дж. Леви, который продолжил опыты на животных, в частности на крысах. Крыс помещали в клетку, металлический пол которой был разделен на две половины. В пол время от времени пускали слабый электроток, и крысы, естественно, убегали на другую половину. Специ-



План комнат в Университете Дьюка, где Пратт проводил свои знаменитые опыты с Пирсом. Стол Пратта и карты, разложенные на нем, можно было видеть через стеклянную дверь за спиной Пратта, через окно, выходящее в коридор, и из комнаты на противоположной стороне коридора, через еще одно окно. Кроме того, в потолке комнаты есть люк, ведущий на чердак, а в крыше люка — щель. Нельзя исключить, что Пирс, сказав Пратту, что отправляется в библиотеку, сам шел круглым путем на один из этих наблюдательных пунктов, подглядывая за экспериментатором, а к условленному времени окончания опыта действительно шел в библиотеку.

альный автоматический переключатель пускал ток совершенно случайным образом то в одну, то в другую половину клетки. Другой механизм регистрировал случаи, когда крысы попадали под напряжение и когда в момент подачи тока они оказывались в другой половине клетки.

Вскоре Леви объявил, что число случаев, когда крысы не попадают под ток, составляет больше половины. Значит, крысы тоже наделены парапсихологическими способностями: либо предвидением — тогда они заранее знают, в какую половину будет подан ток, либо психокинезом — своим желанием не попасть под ток они воздействуют на автомат, переключая ток в другую половину пола.

Однако при проверке опытов в 1977 году трое молодых исследователей обратили внимание, что их руководитель так регулировал регистрирующее устройство, что часть отрицательных результатов не записывалась и создавалась искусственный перевес в пользу положительных результатов. Леви, пойманный с поличным, не пытался отрицать обман и подал в отставку. А что же Райн? Он согласился, что в данном случае Леви фальсифицировал опыт, но его предыдущие эксперименты, заявил Райн, сохраняют свою ценность.

Даже среди оппонентов Райна редко кто отрицал его честность. Но ведь можно чистосердечно обманывать самого себя...

<sup>1</sup> О расследовании этого и других парапсихологических опытов подробнее можно прочитать в книге Ч. Хэнзела «Парапсихология», М., «Мир», 1970 г.

Сокращенный перевод с французского  
О. Кузнецовой.

# КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ

ПО ГОРИЗОНТАЛИ

6. Капитолий, Палатин, Эсквилин, ..., Виминал, Целий, Квиринал.

8. Беллини, Вава, Гарринча, Диди, Жильмар, Загало, Зито, Орландо, Пеле, ...

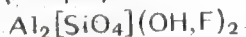
9.



10. «Живой труп», «Далекое близкое», «Горячий снег» (стилистический прием).

13. Баббит = олово + медь + сурьма + ...

15. (минерал).



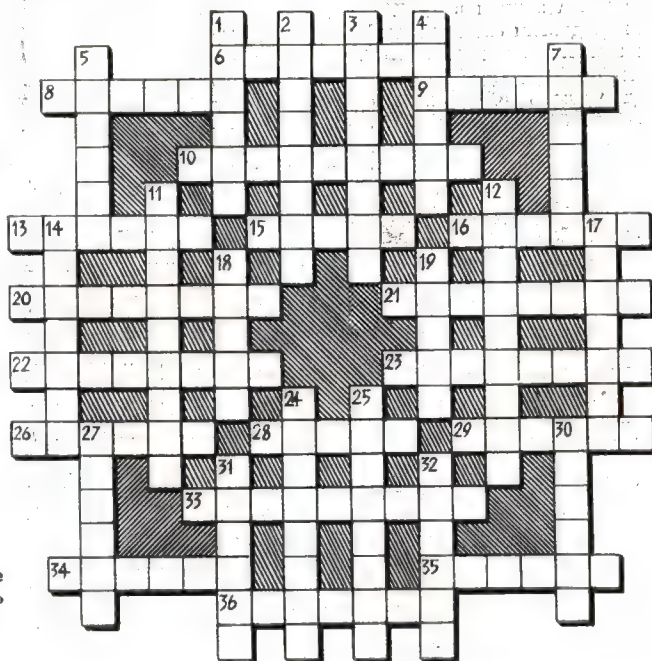
16.



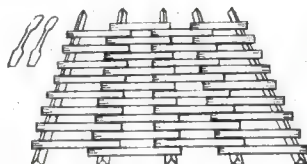
20. (название храма).



21. (актриса).



22.



23. Дидро, ..., Вольтер, Кондильяк, Гельвеций, Гольбах, Руссо, Тюрго, Рейналь, Бюффон.

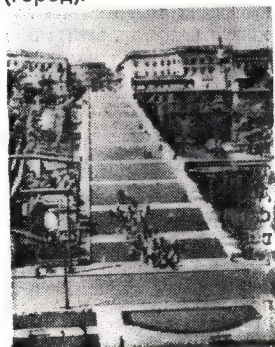
26.



28.



29. (город).





# ЭЛЕКТРОКОФЕВАРКА

Д. ЛЕПАЕВ.

В последнее время знатоки кофе для приготовления своего любимого напитка все больше пользуются электрокофеварками, отдавая им предпочтение перед другими способами заварки. Кофе, приготовленный в электрокофеварке, отличается хорошим вкусом и ароматом, в нем нет кофейной гущи, в кофеварке он долго остается горячим на столе.

Выпуск этих приборов в нашей стране составляет более полумиллиона штук в год.

По своей конструкции электрокофеварки бывают двух типов — компрессионного и гейзерного. В компрессионных горячая вода лишь один раз проходит через молотый кофе, в гейзерных вода циркулирует постоянно. Наибольшее распространение получили кофеварки гейзерного типа. В них нагревательный элемент, находящийся в нижней части сосуда, подогревает воду до кипения, она поднимается по трубке гейзера, просачивается через молотый кофе, помещенный в сетчатую емкость, и вновь поступает в резервуар. Там опять подогревается и поднимается по трубке до тех пор, пока вода не будет интенсивно выходить из гейзера. Это говорит о том, что кофе готов.

Конструкторы постоянно работают над усовершенствованием электрокофева-

рок. Они снабжаются терморегуляторами, термоограничителями и устройствами для поддержания кофе в горячем состоянии.

Термоограничители предохраняют от выхода из строя, если кофеварку случайно включают без воды или она полностью выкипает.

С принципом действия электрокофеварки мы познакомимся на примере работы кофеварки гейзерного типа «Экспресс» (см. цв. вкладку.) Внутри корпуса размещен гейзер с дозатором (сетчатым цилиндром) для молотого кофе. Корпус закрывается крышкой с ручкой из прозрачной пластмассы. Сквозь нее виден фонтан горячей воды, бьющей из трубки гейзера.

Гейзер представляет собой трубку, в нижней части которой имеется клапан в виде подвижной шайбы. Трубка и клапан входят в углубление в дне корпуса.

При включении электронагревателя вода прежде всего закипает в этом углублении, и давление там повышается. Подвижная шайба закрывает отверстие клапана, вода поднимается вверх по трубке гейзера, попадает через крышку в дозатор, проходит через кофе и возвращается в резервуар кофеварки. Давление в емкости под клапаном падает, и клапан открывается, пропуская следую-

## ● НАК ЭТО УСТРОЕНО? Бытовая техника

щую порцию воды в емкость под клапаном гейзера. Затем цикл повторяется сначала. Процесс идет до тех пор, пока вся вода не пройдет через кофе, не нагреется до кипения и не начнет бить постоянным фонтаном.

Внутри основания кофеварки размещены трубчатый электронагреватель, термоограничитель и контакты для подключения соединительного шнура.

Электронагреватель состоит из металлической трубки, свитой в спираль, внутри которой размещена нихромовая проволока. Между трубкой и проволокой засыпан наполнитель — кварцевый песок. Концы трубки в месте выводов спирали залиты эпоксидным клеем, предохраняющим от проникновения воды.

Корпус и крышка электрокофеварки сделаны из нержавеющей стали, ее наружная поверхность полированная. Вместимость резервуара составляет 1,2 литра. Для приготовления меньших порций на корпусе изнутри нанесены метки с интервалом от 0,2 до 1 литра.

Устроена электрокофеварка чрезвычайно просто, в ней нет высокого давления пара, поэтому пользоваться и обслуживать ее также очень несложно. Уход сводится к аккуратному обращению в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

## ЧИСЛОВОЙ РЕБУС

В приведенном буквенном выражении нужно все буквы заменить цифрами и решить пример. Одинаковым буквам соответствуют одинаковые цифры.

А. КЕЛЬШ

(г. Москва).

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка умения мыслить логически

(ПЕШКА + ПЕШКА) × П = ЛАДЬЯ

ЕСЛИ (ПШ)<sup>п</sup> = АПШ

# СЕЛЬСКИЙ ДОМ

(См. 4-ю стр. обложки)

«...Сельское строительство следует ориентировать на обеспечение семей, как правило, отдельными благоустроенными домами с приусадебными участками и надворными постройками для домашнего скота, птицы и личных транспортных средств».

Этими словами, сказанными Л. И. Брежневым в докладе на Пленуме ЦК КПСС 3 июля 1978 г., открывается изданная недавно «Россельхозиздатом» серия каталогов «Ваш дом», содержащих проекты сельских индивидуальных жилых домов. Эти каталоги, созданные по инициативе Госстроя РСФСР, отвечают на постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем развитии строительства индивидуальных жилых домов и закреплении кадров на селе». Принятое постановление показывает, какое большое значение придает партия и правительство развитию жилищного и культурно-бытового строительства в сельской местности. На нужды сельского строительства в прошедшей X пятилетке было направлено 25 миллиардов рублей капитальных вложений.

В постановлении, в частности, указывается, что индивидуальные жилые дома в сельской местности должны строиться в соответствии с современными архитектурными требованиями, быть благоустроенными, иметь надворные постройки для содержания скота и птицы. Постановлением также предусмотрен порядок предоставления кредита на строительство индивидуальных жилых домов, по которому первоначальный взнос собственными средствами работниками составляет 20% от сметной стоимости дома с надворными постройками. Погашение кредита производится после окончания строительства дома в течение 20 лет. При этом половина суммы кредита погашается совхозами и другими государственными сельскохозяйственными пред-

приятиями за счет средств фондов экономического стимулирования этих хозяйств. Такие льготы по кредитам делают обустройство новым жильем, широко доступным для сельских тружеников.

В течение 1981 года планируется выпустить 9 каталогов проектов индивидуальных жилых домов, каждый из которых содержит рекомендованные проекты для определенной зоны Российской Федерации. Уже вышли в свет каталоги для Нечерноземной зоны, для Западной Сибири, для Восточной Сибири, для зоны Дальнего Востока. Готовятся к печати каталоги по Северному Кавказу и Югу, по зоне Урала и другим районам. Один из каталогов посвящен специально благоустройству сельских населенных мест: он содержит проекты детских площадок, парков отдыха, площадей, спортивных сооружений, автобусных остановок и других объектов, а также советы по благоустройству приусадебных участков.

Специальная комиссия Госстроя РСФСР провела тщательный отбор лучших проектов, представленных институтами всех зон Российской Федерации. Эти отобранные проекты и приведены в каталогах. Кроме традиционных материалов — древесины и кирпича, предусмотрено использование в строительстве деревянных, панельных и других прогрессивных конструкций заводского изготовления. Это позволяет вести индивидуальное строительство на индустриальной основе.

Из нескольких десятков проектов, содержащихся в каталогах, застройщик сможет выбрать себе именно то, что ему нужно. Все разнообразие проектов подобрано с учетом состава семьи, географии района, материальных возможностей, наличия стройматериалов и т. д. Здесь есть и небольшие 2-комнатные дома и 3-, 4-, 5-комнатные, одно- и двухэтажные, с

мансардами, подвалами, гаражами, разнообразного архитектурного облика — словом, на любой вкус.

В подавляющем большинстве проектов предусмотрено полное инженерное оборудование: водопровод, канализация, центральное отопление, горячее водоснабжение. Все проекты содержат хозяйственные надворные постройки — или сблокированные с домом, или отнесенные на небольшое расстояние. В каждом случае указаны сметная стоимость дома, строительные конструкции и материалы, приведены размеры общей и жилой площадей. Проектную документацию на выбранный проект можно приобрести в разработавшем его институте или в Центральном институте типового проектирования (ЦИТПи). Все адреса приведены в конце каталога.

Отмечая важность и своевременность предпринятого издания, нельзя не сказать добрых слов и о его высоком художественном и полиграфическом уровне. Большой формат, яркие краски, прекрасная бумага — все это ставит каталоги «Ваш дом» в ряд лучших образцов полиграфической продукции. Издательство «Россельхозиздат» и фабрика «Детская книга» № 1 Росгавполиграфпрома, на которой они были отпечатаны, в короткие сроки подготовили и выпустили прекрасно оформленное и очень нужное издание.

Кроме самих каталогов, издательством были выпущены небольшие буклеты, отпечатанные тиражами 100 тысяч экземпляров каждый. Они дают возможность купить один облюбованный проект, не приобретая весь каталог.

В 1982 году издательство «Россельхозиздат» намеревается выпустить сводный каталог, в котором будут представлены лучшие проекты всех зон. Тираж его (по предварительным планам) составит 100 тысяч экземпляров. Такое массовое издание в сумме с уже выпущенными поможет удовлетворить потребность в пособиях по сельской архитектуре и строительству.



## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ АК-2

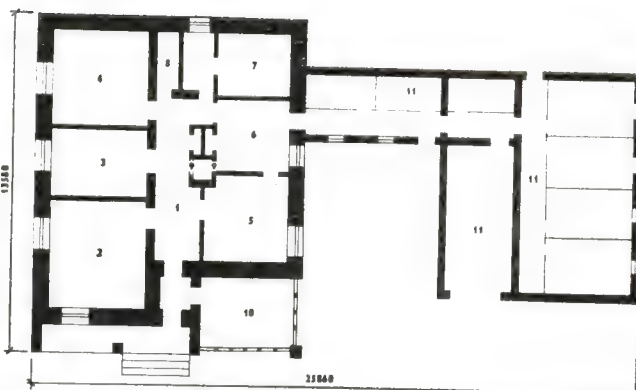
Жилая площадь — 46,5 м<sup>2</sup>  
Общая площадь — 89,9 м<sup>2</sup>  
Строительный объем — 455 м<sup>3</sup>

### СМЕТНАЯ СТОИМОСТЬ

Паспортная (по проекту) — 7,03 тыс. руб.

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Фундаменты — ленточные  
Монолитные бутобетонные  
Стены — кирпичные  
Перегородки — кирпичные  
Перекрытия — железобетонные панели  
Крыша — двухскатная, с кровлей из асбестоцементных листов  
1 — передняя — 10,8 м<sup>2</sup>  
2 — общая комната — 20,1 м<sup>2</sup>  
3 — спальня — 12,3 м<sup>2</sup>



4 — спальня — 14,1 м<sup>2</sup>  
5 — кухня-столовая — 13,6 м<sup>2</sup>  
6 — хозяйственное помещение — 7,4 м<sup>2</sup>  
7 — ванная-постирочная — 7,7 м<sup>2</sup>  
8 — уборная — 2,1 м<sup>2</sup>  
9 — кладовые, шкафы — 1,5 м<sup>2</sup>  
10 — веранда с тамбуром — 15,9 м<sup>2</sup>  
11 — хозпостройки — 95,6 м<sup>2</sup>

## ПРОЕКТ МГП-К-6

Жилая площадь — 65,9 м<sup>2</sup>  
Общая площадь — 92,6 м<sup>2</sup>  
Строительный объем — 770,0 м<sup>3</sup>

### СМЕТНАЯ СТОИМОСТЬ

Паспортная (по проекту) — 27,7 тыс. руб.

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Фундаменты — ленточные  
Бетонные

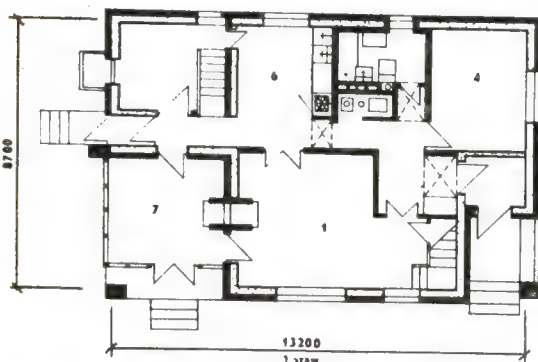
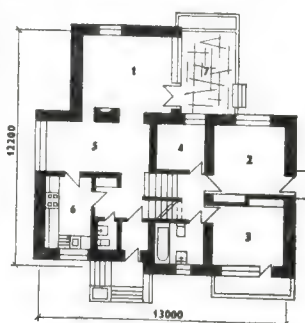
Стены — силикатный кирпич

Перегородки — керамзитобетонные мелкоформатные плиты

Перекрытия — панельные, с пустотами

Крыша — двухскатная, с покрытием из волнистых асбестоцементных листов

1 — общая комната — 20,7 м<sup>2</sup>  
2 — спальня — 14,2 м<sup>2</sup>  
3 — спальня — 12,1 м<sup>2</sup>  
4 — спальня — 6,0 м<sup>2</sup>  
5 — спальня — 12,9 м<sup>2</sup>  
6 — кухня — 8,9 м<sup>2</sup>  
7 — веранда — 11,2 м<sup>2</sup>



## ТИПОВОЙ ПРОЕКТ 144-16-26/1

Жилая площадь — 71,6 м<sup>2</sup>  
Общая площадь — 118,3 м<sup>2</sup>  
Строительный объем — 480 м<sup>3</sup>

### СМЕТНАЯ СТОИМОСТЬ

Паспортная (по проекту) — 15,1 тыс. руб.

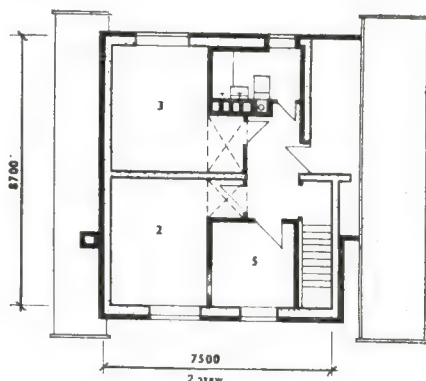
### СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Фундаменты — ленточные  
Стены — газосиликатные блоки

Крыша — чердачная

Перегородки — каркасные, с заполнением из минераловатных плит  
Перекрытия — по деревянным балкам

1 — общая комната — 22,0 м<sup>2</sup>  
2 — спальня — 14,2 м<sup>2</sup>  
3 — спальня — 14,7 м<sup>2</sup>  
4 — спальня — 11,9 м<sup>2</sup>  
5 — спальня — 8,1 м<sup>2</sup>  
6 — кухня — 12,5 м<sup>2</sup>  
7 — веранда — 12,9 м<sup>2</sup>



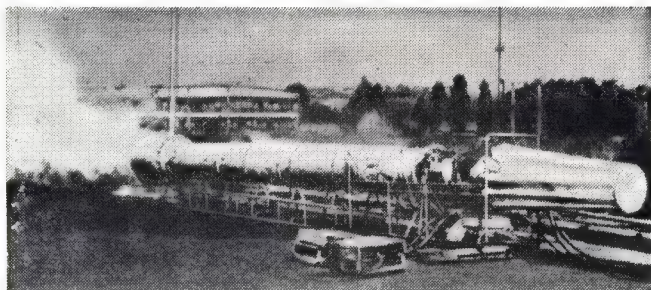
## АДРЕСА ИНСТИТУТОВ:

Центральный институт типового проектирования (ЦИТП) — 125445, Москва, ул. Смольная, 22.

Алтайгипросельхозстрой — 656099, Барнаул, пр. Социалистический, 109.

Марийскгражданпроект — 424013, Йошкар-Ола, ул. Свердлова, 5.

ИНИИЭПграждансельстрой — 117279, Москва, ул. Профсоюзная, 93 а.



### АВИАДВИГАТЕЛЬ ГАСИТ ПОЖАРЫ

Наилучший способ погасить пожар в угольной шахте — это задушить его газами, не поддерживающими горения. Но газов требуется для этого очень много, такое количество не доставишь к шахте в баллонах или газгольдерах. Польские горные инженеры в сотрудничестве с Техническим институтом ВВС Польши создали газовый гасильный агрегат ГАГ, подающий к очагу подземного пожара 1000 кубометров бескислородной газовой смеси в минуту.

Агрегат ГАГ основан на отслужившем свой летный срок турбореактивном авиадвигателе. В его выхлопные газы, нагретые до 800 градусов Цельсия, впрыскивают воду, которая понижает их температуру до 82—84 градусов и, превращаясь в пар, увеличивает объем газовой смеси. Агрегат потребляет в час почти полторы тонны топлива и 36 тонн воды. Получающаяся газовая смесь состоит в основном из азота, двуокиси углерода и пара, но в ней есть и невыжженные остатки кислорода, а также водород и угарный газ. Эти газы могут способствовать горению, поэтому оператор ГАГа, постоянно контролируя по приборам

состав газовой смеси, выбирает такой режим работы (скорость подачи топлива, воды и число оборотов турбины), чтобы нежелательных газов было как можно меньше.

ГАГ уже не раз с успехом применялся для тушения пожаров в угольных шахтах ПНР, выезжал на помощь и в соседнюю Чехословакию.

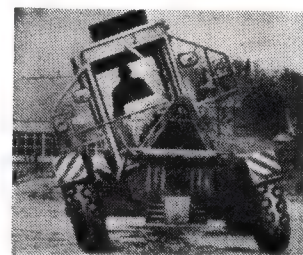
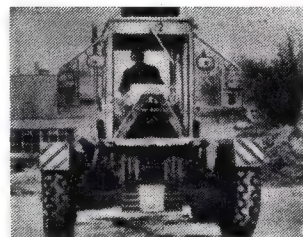
На снимке: газовый гасильный агрегат на испытательном стенде.

Horyzonty techniki  
№ 2, 1981.

### В ГОРЫ ВЫЙДЕТ «КАБАР»

«Кабар» — так по-чешски называют кабаргу. Это имя дали новой самоходной сельскохозяйственной машине, которая сможет работать на горных склонах. «Кабар-132» разработан инженерами завода «Агрострой» в городе Пельгржинове и специалистами НИИ сельскохозяйственного машиностроения в Праге. Он может работать на горных лугах с уклоном до 22 градусов. Таких лугов в республике свыше 600 тысяч гектаров.

«Кабар-132» автоматически наклоняется соответственно наклону местности (см. фото), причем задняя и передняя оси копируют малейшие изменения рельефа, а cabina водителя все



время остается в строго вертикальном положении. В аналогичных машинах зарубежных фирм cabina, как правило, наклоняется вместе со всей машиной, и водителю приходится много часов сидеть в наклонном положении, что очень утомительно для позвоночника.

Для «Кабара» подготовлены сменные навесные орудия — косилка, ворошитель и копнитель сена, корчеватель для уничтожения кустарника и небольших деревьев, выросших на пастбище. Польские специалисты готовят сейчас разбрасыватель химических удобрений для «Кабара». Словом, эта машина будет не только собирать траву на корм скоту, но и заботиться об урожае будущего года.

Среди стандартного оборудования кабины «Кабара» — кондиционер воздуха и радиоприемник.

До конца текущей пятилетки намечено выпустить около 130 таких машин.

Mladý svet № 3, 1981.





Опенок летний

Опенок осенний



Ложноопенок серно-желтый.

Ложноопенок кирпично-красный

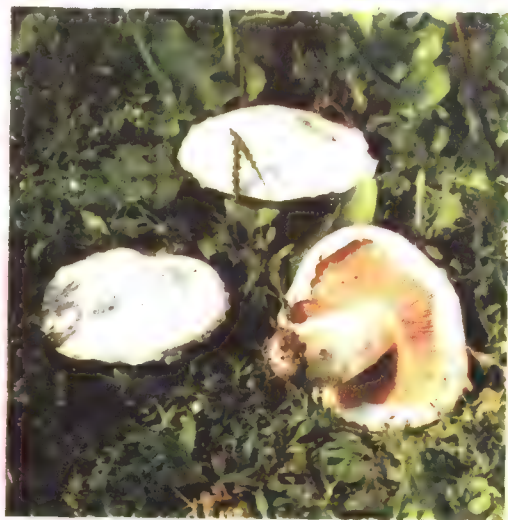
**ГРИБЫ-ДВОЙНИКИ**



Шампиньон обыкновенный

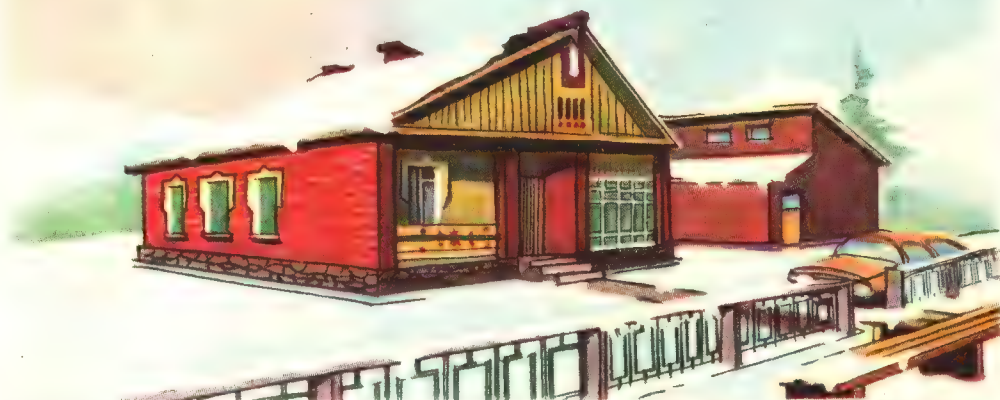


Бледная поганка

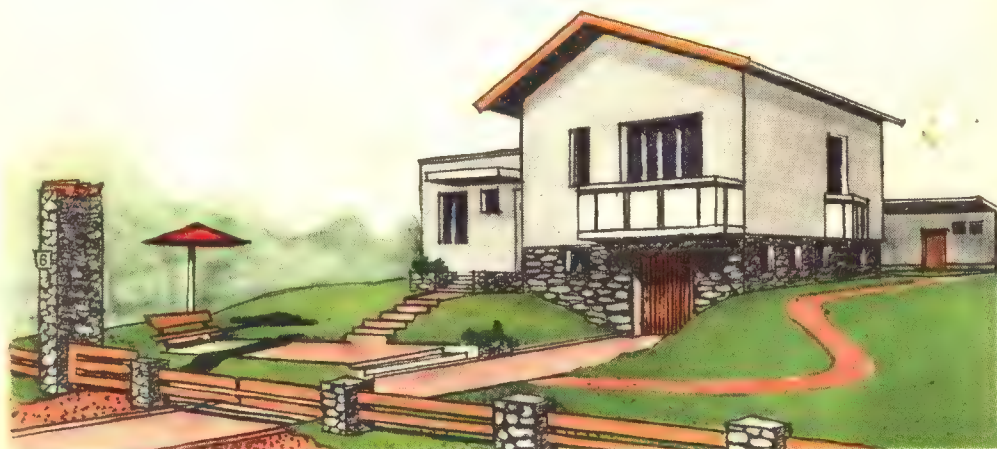




22-224  
**СЕЛЬСКИЙ ДОМ**  
 КАКИМ ЕГО ВИДЯТ АРХИТЕКТОРЫ (См. статью на стр. 98.)



Одноэтажный 3-комнатный дом, сблокированный с хозяйственными постройками. Разработан Алтайгипросельхозстроем (проект АК-2).



Одноэтажный 5-комнатный дом с гаражом. Разработан Марийскгражданпроектом (проект МГП-К-6).



Двухэтажный 5-комнатный дом. Разработан ЦНИИЭПграждансксельстроем (проект 144-16-26/1).



# В н о м е р е:

И. НОВИКОВ, докт. физ.-мат. наук.	
В. ЛУКАШ, канд. физ.-мат. наук —	
Эхо «Большого взрыва» . . . . .	2
Рефераты	8
А. ВУЛГАКОВ, председатель Государственного комитета СССР по профессионально-техническому образованию. — Задача большого государственной важности . . . . .	10
Юноше, обдумывающему жите (В беседе принимают участие ректор Чечено-Ингушского государственного университета М. ПАВЛОВ, зав. отделом науки и учебных заведений Чечено-Ингушского обкома КПСС Р. ТИМОШЕНКО, доценты ЧИГУ В. КАН-КАЛИК и И. СЕНЧЕНКО)	12
Ю. АЗАРОВ, докт. пед. наук — Призвание . . . . .	14
Новые книги . . . . .	16, 115
И. ЦУККЕРМАН, докт. физ.-мат. наук — Цифровое телевидение . . . . .	17
Заметки о советской науке и технике . . . . .	25, 48
В. ТЮРИН — Электролиз по-сибирски . . . . .	28
Ю. АСТАФЬЕВ — Прекрасные патирии . . . . .	33
Д. ВАНИН, докт. экон. наук, Н. СИДОРЕНКО — Водная эрозия почв. Методы борьбы . . . . .	34
Хроника космической эры . . . . .	42
В. МЕДНИКОВ, докт. биол. наук — Власть над геном . . . . .	43
Л. СКВОРЦОВ, докт. филолог. наук — Практическая стилистика. 48, Кинозал . . . . .	139, 49
И. НЕСТЕРОВ, чл.-корр. АН СССР — Баженовская свита — губка с нефтью . . . . .	52
Хроника . . . . .	54, 72
М. СОНИН, докт. экон. наук — Трудовые ресурсы страны . . . . .	55
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации) . . . . .	58
В. СМЕРНОВА — Продление жизни — проблемы и перспективы . . . . .	62
Е. ИВАНОВ, инж. — Кинопроектор «Русь-340» . . . . .	67
В. СУРДИН, канд. физ.-мат. наук. — Капля чернил и нейтронные звезды . . . . .	70
Н. ЗЫКОВ — Сахар — из патоки, патока — из крахмала . . . . .	73
Г. ГЕЦОВ — Умеете ли вы читать? Тезисы . . . . .	76
Ю. ЧИРКОВ, докт. хим. наук — Электрохимическая энергетика . . . . .	78
Вести из лабораторий . . . . .	84
Э. ХЕМИНГУЭЙ. Несобранные стра- ницы . . . . .	100
И. ЗЛОВИН, докт. экон. наук — Зо- лото и деньги: сходство и проти- воположности . . . . .	106
Как правильно? . . . . .	114
Д. МАГАКЬЯН — Первые российские сыроварни . . . . .	116
Маленькие хитрости . . . . .	121
Л. ИСАЧЕНКО — Козье молоко . . . . .	122
Электронный рейсфедер констру- тора . . . . .	124
Ответы и решения . . . . .	125, 133
В. ПРОЗОРОВСКИЙ, докт. мед. на- ук — Еще раз об аспиристине . . . . .	126
Психологический прантикум . . . . .	130
Зооуголок на дому . . . . .	131
Р. ФЕДОРОВ — Взгляд в удивитель- ный мир . . . . .	132
Г. ХЕФЛИНГ — Самая невероятная история, или как делаются сенса- ции . . . . .	134
Для тех, кто вяжет . . . . .	138
Р. ХОДАНОВА, докт. мед. наук — О чае, который лучше чая . . . . .	140
Кунстнамера . . . . .	144
С. ИВАНОВ — Из истории водля- ных знаков . . . . .	146
Д. ТЕРВЕР — Манбет под следствием Задачки конструктора . . . . .	147, 149
Э. ГУФЕЛЬД, грессмейстер — Так иг- рает шахматная королева . . . . .	150
Г. АНОХИН, канд. истор. наук — Вдоль Тертера, по Малому Кав- казу . . . . .	152
В. СИВЕРЦЕВ — Соавторы спортив- ных рекордов . . . . .	154
Л. ГАРИВОВА, канд. биол. наук — Малоизвестные съедобные грибы . . . . .	158

## НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр. — Семилучевая морская звез-  
да патирия. Фото Ю. Астафьева.  
(См. статью на стр. 33).  
Внизу: новая модель легкового ав-  
томобиля «Волга» ГАЗ-3102, выпуск ко-  
торой начат на Горьковском автозаво-  
де. Фото Н. Зыкова. (См. стр. 26).  
2-я стр. — Рис. Э. Смолина.  
3-я стр. — Малоизвестные съедобные  
грибы. Фото Л. Гарибовой.  
4-я стр. — Вдоль Тертера, по Малому  
Кавказу. Фото Г. Анохина. (См. ста-  
тью на стр. 152).

## НА ВКЛАДКАХ:

1-я стр. — Иллюстрации к статье  
«Электролиз по-сибирски». Рис. О. Ре-  
во.  
2—3-я стр. — Кодирование изображе-  
ния. Рис. Ю. Чеснокова. (См. статью на  
стр. 17).  
4-я стр. — Иллюстрации к статье «Пре-  
красные патирии». Фото Ю. Аста-  
фьева.  
5-я стр. — Карл Брюллов в Италии. Но-  
вые находки. Фото И. Бочарова.  
6—7-я стр. — Кинопроектор «Русь-340».  
Рис. Н. Мюльстефана. (См. статью  
на стр. 67).  
8-я стр. — Вредители и болезни яго-  
дных культур. Рис. М. Аверьянова.

## ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

М. ШПАГИН — По старинному па-  
тенту (86). А. АГАДЖАНИЯН — Поче-  
му погибли пчелы? Комментарий  
проф. Г. МАЗОХИНА — ПОРШНЯКО-  
ВА (87); Л. ШУГУРОВ, инж. — Авто-  
мобиль повышенной проходимости  
(105).  
И. БОЧАРОВ, Ю. ГЛУШАКОВА — Ут-  
ро славы . . . . . 88  
И. МЕЩЕРЯКОВА, канд. с.-х. на-  
ук — Защита ягодных культур от  
болезней и вредителей . . . . . 97

**НАУКА И ЖИЗНЬ**  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»  
**№ 7** и ю л ь **1981**

Издается с октября 1934 года

# ЭХО «БОЛЬШОГО

Сложный комплекс экзотических физических процессов, с которого началось расширение видимой нами Вселенной в нынешнее ее состояние, принято называть «Большим взрывом». Само его начало, так сказать, нулевой момент, представить себе трудно, однако астрофизики в своих теоретических работах достаточно подробно воссоздают физическую картину, существовавшую уже через ничтожные доли секунды после начала «Большого взрыва». В свое время советские теоретики показали, что очень важную роль в формировании структуры видимой нами Вселенной сыграли звуковые волны — именно они участвовали в образовании сгустков сверхплотной плазмы, из которых впоследствии образовались скопления галактик. Авторы публикуемой ниже статьи предложили возможный механизм зарождения звуковых волн, достаточно мощных, чтобы выполнить большую работу, доставшуюся звуку при формировании структуры Вселенной.

Доктор физико-математических наук И. НОВИКОВ,  
кандидат физико-математических наук В. ЛУКАШ.

Вселенная расширяется. Галактики, скопления галактик удаляются друг от друга, в том числе и от нашей Галактики удаляются ее ближайшие соседи. Этот факт — разбегание галактик — надежно установлен астрономическими наблюдениями и всесторонне обоснован теоретически. Расширение Вселенной было открыто более полувека назад, но еще и сегодня многими людьми оно воспринимается с трудом. И это вполне понятно — мы слишком привыкли к стационарной, почти неизменной картине звездного неба, к тому, что звезды и звездные скопления неизменно находятся на своих местах на небосводе.

Теорию расширяющейся Вселенной часто называют теорией «Большого взрыва» (по-английски «Big Bang» — «Биг бэнг»). Аналогия со взрывом, заключенная в этом названии, не совсем точна. При взрыве какого-нибудь заряда в маленьком объеме возникает огромное давление горячего газа, а на некотором расстоянии вокруг взорвавшегося заряда давление уже пренебрежимо мало. Именно под действием возникшего перепада давлений газы расширяются с огромной скоростью, разбегаются в окружающее пространство из области взрыва. Расширение Вселенной происходило и происходит совершенно не так. Вселенная безгранична, в ней нет центра, из которого начался разлет вещества. Все области Вселенной и сейчас равноправны и были равноправными, когда начинался процесс расширения. В начале расширения Вселенной вещество было горячим и очень плотным, причем таким это вещество было везде, во всей безграничной Вселенной. И не было вокруг этого сверхплотного вещества пустоты (само слово «вокруг», пожалуй, неприменимо, когда речь идет о бескрайней, безграничной Вселенной), не было, как в случае взорвавшегося заряда, окружающей его области низкого давления. И, следовательно, не было перепада давлений, под действием которого движется вещество при обычном взрыве.

Причина начала расширения Вселенной совсем другая — это квантовые явления в сверхплотном веществе, изучение которых только начинается. Но аналогия со взрывом обычного заряда все же полезна. При таком взрыве отдельные частички газа — молекулы и атомы — удаляются друг от друга, и именно в этом состоит расширение газа. Но сами молекулы и атомы, конечно, не расширяются, их структура остается неизменной. Фрагменты Вселенной, которые сегодня в результате ее расширения удаляются друг от друга, — это галактики и их скопления. Но сами галактики, звезды... и планетные системы не испытывают никаких космологических расширений и, подобно атомам и молекулам при взрыве заряда, своей структуры не меняют.

Расширение Вселенной означает уменьшение со временем средней плотности вещества в ней. Началось расширение около 15 миллиардов лет назад, в те далекие времена во Вселенной не было отдельных небесных тел, плотность вещества была огромной и на самых ранних стадиях расширения почти одинаковой во всех точках пространства. Это самое «почти» имеет принципиальное значение — с образования некоторых сначала очень небольших неоднородностей плотности, небольших сгущений и разрежений вещества и началось формирование сложной структуры Вселенной, которую мы наблюдаем сейчас.

Процессы эти удалось воссоздать в теоретических построениях астрофизиков, и хотя далеко не все еще понятно до конца, многое мы уже представляем себе достаточно четко. Это стало возможным потому, что процессы в начале расширения определили сегодняшнюю картину Вселенной — если бы процессы были другими или протекали иначе, то многое в сегодняшней картине мира было бы совсем иным. Есть у писателя Рея Брэдбери рассказ «И грянул гром», где осуществленное воображением фантаста ничтожное изменение событий в прошлом нашей планеты (случайно раздавленная бабочка) грозными последствиями сказывается на дальнейшем развитии жизни на Земле. Если мы перейдем от масштабов



# ВЗРЫВА»

одной планеты ко всей Вселенной, то увидим, что события далекого прошлого сказываются на будущем процессами гигантских масштабов, затрагивающими в итоге все «население» космических пространств. Вот почему, сравнивая теорию процессов ранних стадий расширения мира с данными сегодняшних наблюдений, мы можем восстанавливать, воссоздавать то, что было даже в самом начале первой секунды расширения мира, хотя прошло с тех пор, как уже говорилось, около 15 миллиардов лет.

## ОДНОРОДНОСТЬ ВСЕЛЕННОЙ

Одна из самых удивительных особенностей Вселенной — ее однородность в больших масштабах. Это означает, что если мы мысленно выделим в пространстве куб достаточно большого размера, то, где бы мы ни помещали этот куб во Вселенной, внутри него будет содержаться одинаковое количество вещества. Значит, во Вселенной нет очень больших систем небесных тел, разделенных почти пустым пространством. Эта особенность была установлена с большой точностью лишь сравнительно недавно.

Оказалось, что в масштабах, сравнимых по размерам со всей доступной наблюдению областью Вселенной (это расстояния около  $10^{28}$  см =  $10^{23}$  км или примерно  $10^{10}$  световых лет), средняя плотность вещества меняется не более чем на десятые доли процента. Для установления этого факта были использованы современные методы радиоастрономических наблюдений. Вся Вселенная пронизывается так называемым реликтовым радионизлучением, то есть радиоволнами, которые появились в самом начале «Большого взрыва», когда все вещество расширяющейся Вселенной было в состоянии горячей плазмы, и с тех пор бороздят бескрайние космические просторы. Температура реликтового излучения падает с расширением Вселенной и сегодня составляет всего около 3 К, а длины волн — миллиметры и сантиметры.

Если бы во Вселенной были области вещества размером в  $10^{28}$  см с повышенной плотностью, то поле тяготения этих обла-

стей, более сильное, чем в других местах, вызывало бы «покраснение» (уменьшение температуры и, следовательно, увеличение длины волны) реликтового излучения. И из этих областей наши радиотелескопы принимали бы реликтовое излучение несколько меньшей интенсивности, чем с остальных направлений.

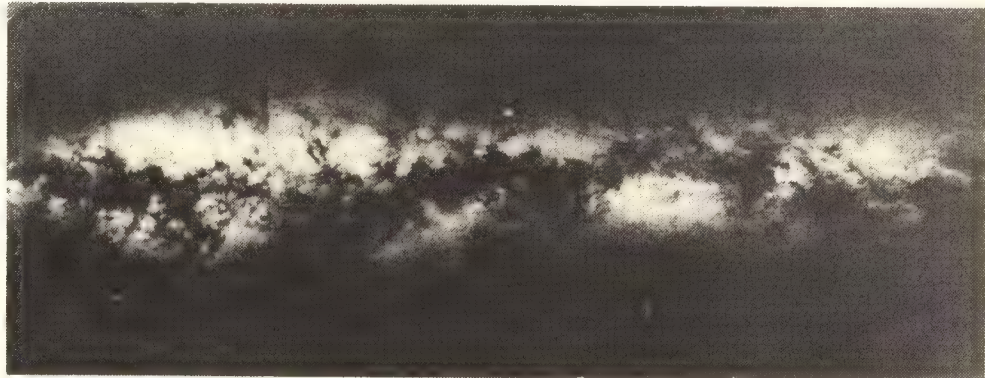
Тщательные поиски подобных «пятен» интенсивности реликтового излучения к успеху не привели. Пока уверенно обнаружено лишь небольшое (примерно на 0,1%) уменьшение интенсивности реликтового излучения в одной половине небосвода по сравнению с другой. Это связано, вероятно, с движением Солнечной системы относительно «моря» реликтового излучения — его интенсивность «вперед» и «сзади» движущейся Солнечной системы несколько отличается вследствие эффекта Доплера. Отсутствие других заметных колебаний интенсивности реликтового излучения на небе позволяет сделать уверенный вывод о том, что Вселенная в больших масштабах однородна.

Из установленного в наблюдениях факта однородности Вселенной в нынешние времена следует важный вывод о ее свойствах в далеком прошлом, в период, когда началось расширение. Горячая плазма — в таком состоянии тогда было все вещество — должна была быть удивительно однородной в пространстве, иметь одинаковую температуру. Почему у Вселенной были именно такие свойства, пока окончательно неизвестно, но ясно, что эти свойства являются следствием бурных процессов, протекавших в далекие времена в сверхгорячем и сверхплотном веществе.

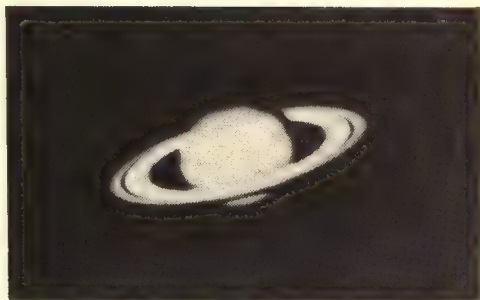
## РЕЛИКТОВЫЙ ЗВУК

Однако если бы мы предположили, что расширяющаяся горячая плазма Вселенной была совершенно однородной во всех масштабах, то пришли бы к выводу, что сегод-

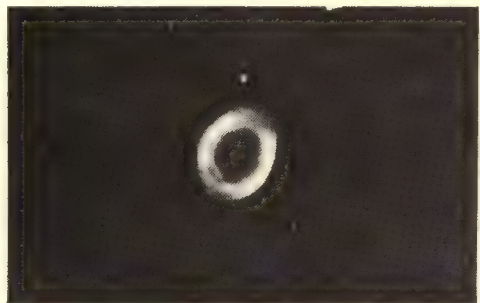
Так выглядит «круговая фотопанорама» нашей Галактики, содержащей более ста миллиардов звезд. Образование подобных звездных скоплений, так же как и скоплений самих Галактик, происходило за счет мощных сил тяготения. Начало этому процессу положили сравнительно слабые первичные звуковые волны, создавшие начальные сгущения в первородной плазме Вселенной.



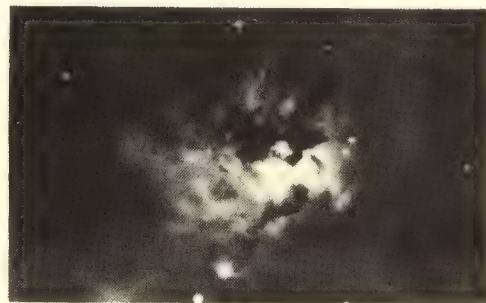




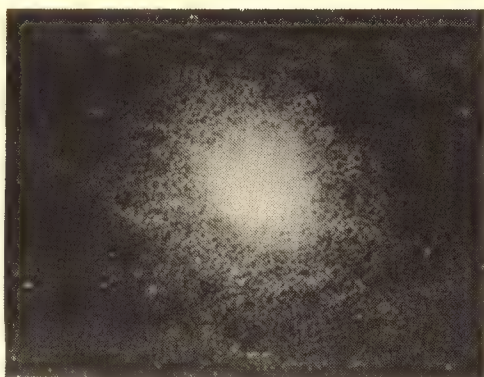
1



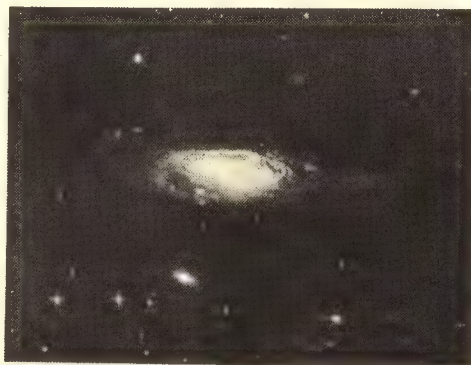
2



3



4



5

Примеры структурных образований во Вселенной: планета (фото 1), планетарная туманность вокруг звезды (2), газовая туманность (3), шаровое звездное скопление (4), спиралевидная галактика (5), эллиптическая Галактика (6), скопление галактик (7).

ня Вселенная должна выглядеть совсем не так, какой мы ее наблюдаем. Действительно, абсолютно однородная плазма, расширяясь и остывая, превращается в нейтральный газ, температура и плотность которого быстро падают с расширением. При этом не возникнет никаких отдельных небесных тел и их систем — во Вселенной не будет ничего, кроме очень холодного разреженного газа. Эта монотонная картина резко противоречит тому, что мы видим: Вселенная в сравнительно небольших (по астрономическим понятиям) масштабах обладает сложной структурой. Есть отдельные небесные тела — планеты, звезды, облака газа, есть системы небесных тел — звездные группы, скопления, галактики, скопления и сверхскопления галактик.

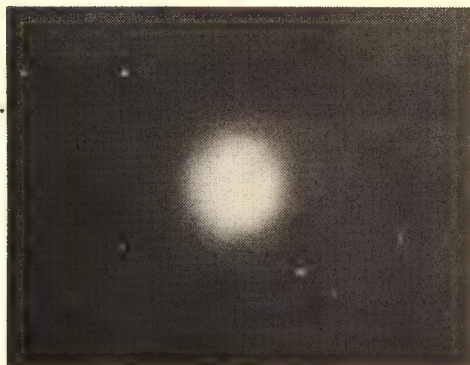
Они могли возникнуть в расширяющейся Вселенной только в том случае, если в первичной плазме были небольшие неоднородности. (Слово «небольшие» здесь относится к перепаду плотности; что касается массы какого-либо неоднородного участка, то ее должно было хватить на образование скопления галактик, а это примерно в  $10^{15}$  раз больше массы Солнца.) После остывания

плазмы и превращения ее в нейтральный газ силы тяготения сжимали бы эти небольшие начальные сгустки, превращая их в конце концов в отдельные небесные тела и их системы.

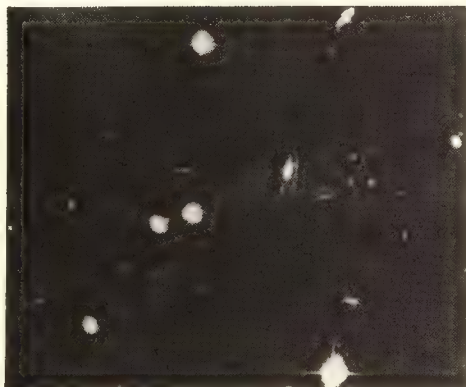
Итак, в горячей плазме должны были быть отдельные уплотнения и разрежения. Как показывают расчеты, отклонение их плотности от некоторой средней величины должно было быть около десятых или сотых долей процента. Но подобные неоднородности в горячей газе — сжатия и разрежения — есть не что иное, как звуковые волны. Значит, в начале расширения Вселенной в горячей плазме были звуковые волны, и только этому обстоятельству мы обязаны тем, что сегодня существуют отдельные небесные тела — звезды, галактики, их системы. Образно говоря, вся нынешняя стройная гармония Вселенной является своеобразным отзвуком, эхом тех звуковых волн, которые сопровождали начало расширения Вселенной, является раскатами тех громов, которые звучали тогда.

Но откуда взялся этот первичный реликтовый звук? И почему он имел именно такую тональность? Именно ту частоту колеба-





6



7

ний, которая привела к наблюдаемой структуре Вселенной? Ведь если бы частота реликтового звука, а следовательно, длина звуковых волн были иными, то сгущения и разрежения в первичной плазме располагались бы по-иному, и структура наблюдаемой Вселенной — массы галактик и их скопления, расстояния между скоплениями — тоже была бы совершенно иной.

### ПОЮЩАЯ ПЛАЗМА

Прежде всего подчеркнем, что сотые доли процента колебаний плотности в звуковой волне, которые как раз и привели к возникновению галактик, величина непомерно большая. Ведь колебание должно охватывать огромную массу вещества (масса скопления галактик составляет примерно  $10^{15}$  масс Солнца), из которого впоследствии образуются скопления галактик, и в такой огромной массе большие возмущения создать очень трудно — для этого необходима огромная энергия.

Случайно возникающие неоднородности — флуктуации, как говорят физики, в

Длина волны  $\lambda$  реликтового радиоизлучения, принимаемого с разных направлений, практически одинакова (верхний рисунок), и это свидетельствует об однородности Вселенной в больших масштабах: гравитационное поле крупных неоднородностей вызвало бы некоторое увеличение длины волны (нижний рисунок).

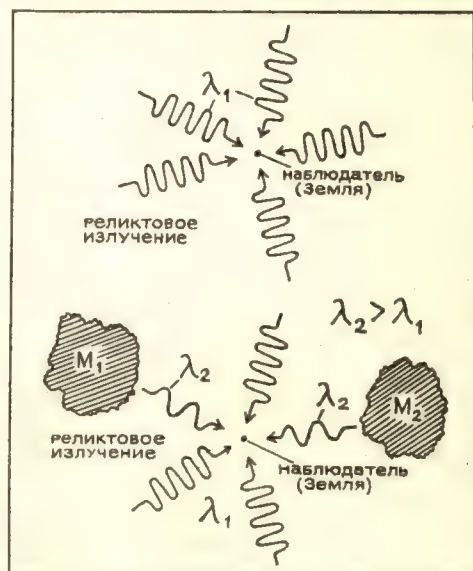
таких больших массивах должны быть в миллиарды миллиардов...миллиардов раз меньше, даже тех сотых долей процента, которые характерны для сгущений и разрежений первичной плазмы. То есть случайные флуктуации плотности плазмы несравнимо меньше необходимых.

Самые малые изменения плотности первичной плазмы — это так называемые квантовые флуктуации, происхождение которых связано с квантовыми свойствами вещества и ниже уровня которых флуктуации плотности быть не могут. Квантовые флуктуации столь малы, что их, казалось бы, совсем уже недостаточно для того, чтобы объяснить появление достаточно сильного реликтового звука, который в итоге привел к появлению галактик.

Прежде чем попытаться объяснить появление реликтового звука достаточной амплитуды, отметим, что не менее трудно объяснить и сам факт однородности Вселенной в большом масштабе. Действительно, почему Вселенная в самом начале расширения была однородной? Каким образом ее участки, находившиеся на столь больших расстояниях, что ни свет, ни звук не успели бы пробежать их за время, прошедшее от начала расширения, как такие участки, ничего не знаящие друг о друге, могли иметь одинаковую плотность, одинаковую температуру?

Оказалось, что вопрос об однородности Вселенной и вопрос о происхождении значительной амплитуды реликтового звука связаны друг с другом, и ответы на них нужно искать совместно.

Современные теории позволяют рассматривать физические процессы во Вселенной с момента, когда плотность материи была фантастически огромной и составляла  $10^{93}$  г/см<sup>3</sup>. Подобную плотность даже представить себе трудно — колоссальная плотность атомного ядра  $10^{15}$  г/см<sup>3</sup> кажется просто ничтожной по сравнению с плотностью вещества Вселенной в начале «Большого взрыва». Ну, а каким было вещество, да и во-





обще что было «до того», мы практически совершенно не знаем.

Дело в том, что в условиях, когда вещество имеет плотность более  $10^{93}$  г/см<sup>3</sup>, должны уже сказываться квантовые свойства сил тяготения, а к теоретическому анализу этих свойств сейчас только приступают. Момент в истории Вселенной (его часто называют начальным моментом и обозначают  $t_0$ ), когда плотность вещества была  $10^{93}$  г/см<sup>3</sup>, выделен особо — при такой плотности все виды физических взаимодействий, включая гравитационное, имеют одинаковую силу. Поэтому данный момент можно рассматривать как начальный для дальнейших физических процессов. Этот момент на временной шкале характеризуется совершенно ничтожной величиной  $t_0 = 10^{-43}$  с — это есть тот, с позволения сказать, интервал времени, который прошел с начала расширения Вселенной. В момент  $t_0$  и возникают интересные нас малые по амплитуде флуктуации плотности вещества, рождается реликтовый звук, пока еще очень слабый. В физике, когда существуют квантовые явления в волновых процессах, говорят о квантах или о квазичастицах. Квазичастицы звуковых волн называют фононами, а количеством фононов, проходящимся на одно звуковое колебание, описывают его амплитуду — чем больше фононов, тем больше амплитуда звука.

Очень упрощенно картину начала расширения Вселенной можно, видимо, представить себе так. В момент  $10^{-43}$  с объединенные силы всех видов взаимодействий обусловили однородность свойств Вселенной в больших масштабах, и возникли очень слабые квантовые или случайные тепловые флуктуации плотности. Давление сверхгорячего вещества в это время было огромным, оно определялось частицами, движущимися практически со скоростью света (их называют ультрарелятивистскими частицами), и скорость звука, которая зависит от давления в среде, составляла  $V_{зв} \approx 0,6c$ , то есть более половины скорости света.

Основная особенность звуковых колебаний в самом начале расширения мира состоит в том, что этот звук имеет очень большую длину волны и, значит, очень низкую частоту. Частота оказывается настолько низкой, что на самых ранних стадиях расширения Вселенной звук не успевает совершить ни одного колебания. Расчеты показывают, что звук с длиной волны, охватывающей массу вещества, равную будущему скоплению галактик, совершает одно колебание за первые 300 лет. Что же касается первых ничтожных долей первой секунды расширения, то оказывается, что в этих условиях первостепенная роль принадлежит гравитационному полю, связанному с флуктуацией плотности вещества. В рассматриваемых интервалах времени гравитационное поле не описывается законом тяготения Ньютона — для описания этого поля уже необходимо применять релятивистскую теорию тяготения Эйнштейна. Расчеты, сделанные на основе эйнштейновской теории, показали, что если давление в веществе расширяющейся Вселенной все время определяется ультрарелятивистскими частицами,

то число фононов в фиксированной массе расширяющегося вещества неизменно. Именно эти расчеты и показали, что тех фононов, которые возникли при  $t_0 = 10^{-43}$  с, то есть той амплитуды звуковых волн, которые существовали в этот момент, совершенно недостаточно для образования сгустков первородной плазмы, давших начало нынешним скоплениям галактик. И если не ввести в действие какие-то новые силы, новые физические процессы, то придется сделать вывод, что Вселенная, расширяясь, должна была превратиться в унылую массу остывшего однородного газа и слабого реликтового излучения.

## СПАСИТЕЛЬНАЯ АРИТМИЯ

Но, к счастью, в эволюции Вселенной на очень ранних стадиях наступали периоды, когда давление вещества резко менялось, и из-за этих изменений скорость звука не равнялась уже 0,6 с. Теория тяготения Эйнштейна утверждает, что от давления в веществе зависит сила тяготения, а отсюда следует, что изменение давления приводит к резкому изменению темпа расширения Вселенной. В древнейшие времена, в первые доли секунды после начала расширения это приводило к существенному изменению свойств реликтовых сверхдлинных звуковых волн — они резко усиливались, резко увеличивалось число фононов в веществе. По сути дела, в фононы перекачивалась энергия общего расширения Вселенной. При этом усиление было настолько большим, что амплитуда сверхдлинных звуковых волн получалась уже достаточной, чтобы образовать «комки» плазмы, из которых чуть позже (когда остывающая плазма станет нейтральным газом и резко уменьшится сила давления) тяготение сформирует отдельные скопления галактик.

Итак, попытки ответить на сформулированные чуть раньше два сложных «почему» (почему вещество Вселенной сразу же после начала расширения имело равномерную плотность, и почему в этом веществе появился достаточно мощный звук) привели нас к не менее сложной загадке — нужно объяснить, что именно в ходе эволюции Вселенной привело к резким изменениям свойств вещества, из-за которых возникло необходимое для наших теоретических построений резкое изменение темпа расширения Вселенной.

## ПРИРОДНЫЙ СУПЕРУСКОРИТЕЛЬ

Одна из самых плодотворных идей, возникшая в физике элементарных частиц за последние десятилетия, — это идея объединения всех известных нам видов взаимодействий. В настоящее время хорошее подтверждение получила теория, объединяющая электромагнитные и слабые взаимодействия в одно — электрослабое взаимодействие. Существуют теории «великого объединения», связавшие в единое целое электрослабые и сильные взаимодействия. Область физики, исследующая возможности объединения всех видов взаимодействий, в том числе и гравитационного, хочется назвать «величай-



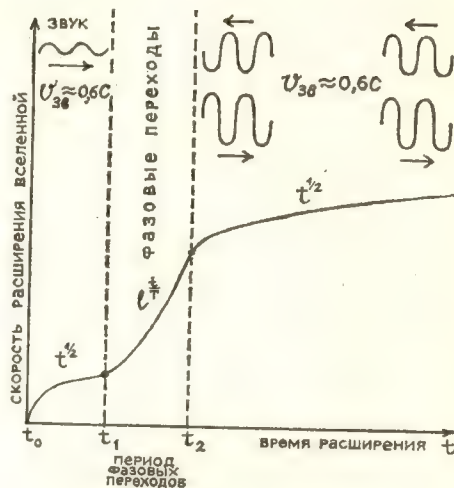
Из-за фазовых переходов в расширяющемся веществе Вселенной темп расширения в некоторые периоды резко увеличивался, и это приводило к рождению фоонов — квантов звука. Родившиеся мощные звуковые волны сначала почти полностью компенсируют друг друга. Двигаясь в разные стороны, звуковые волны через некоторое время (примерно через 300 лет) заметно смещаются, их взаимная компенсация исчезает, и наступает период, когда эти волны создают значительные сгущения и разрежения вещества. Через миллионы лет из этих «затравок» начнут формироваться галактики.

шим объединением», или единой теорией поля.

Возможность объединения разных видов взаимодействия связана с температурой вещества, то есть с энергией взаимодействующих частиц. Чем выше эта энергия, тем больше объединяется разных видов взаимодействий, воспринимаемых нами в обычных условиях (то есть при относительно малых энергиях взаимодействующих частиц) разными по своей природе. Так, например, «великое объединение», согласно современным данным, наступает при температуре  $10^{28}\text{K}$ , а температура «величайшего объединения», при которой все известные взаимодействия объединяются воедино, оценивается в  $10^{32}\text{K}$ , что в десять тысяч раз больше температуры «великого объединения».

Согласно нынешним представлениям о свойствах материи, в первоначально очень горячей Вселенной вещество состояло из частиц, движущихся со световыми скоростями, масса покоя которых была равна нулю. В ходе расширения Вселенная остывала, и при некоторых температурах происходили так называемые фазовые переходы. Они, в частности, приводили к обособлению разных видов взаимодействий и к появлению у некоторых частиц массы покоя. В ряде случаев фазовый переход мог происходить с существенной задержкой лишь после образования переохлажденного метастабильного состояния, аналогично тому, как происходит конденсация переохлажденного пара. А могло быть и наоборот: фазовый переход мог протекать непрерывно с постепенной сменой состояния вещества.

Мы не знаем в точности, как именно протекали фазовые переходы материи в процессе эволюции Вселенной. Однако каким бы образом такая перестройка ни происходила, она должна была вызвать сильные изменения в темпе расширения Вселенной на очень ранних этапах ее эволюции. Расчеты показывают, что на отдельных кратковременных стадиях Вселенная могла расширяться очень быстро, значительно быстрее, чем сейчас. Если мысленно прокрутить весь фильм назад, то мы увидим, что области пространства, удаленные друг от друга на очень большие расстояния, совсем незадолго до этого находились в чрезвычайно близком соседстве друг от друга. Эта значительно большая компактность «молодой» Вселенной, чем предполагалось, помогает понять, каким образом вещество Вселенной оказалось однородным. А кроме того, именно из-за кратковременных стадий расширения с большой скоростью может происхо-



дить рождение фоонов, необходимое, как мы недавно видели, для образования сложной структуры Вселенной.

На наших глазах происходит становление новой области фундаментальных исследований — науки, объединяющей древнейшую историю Вселенной, современную космологию и физику элементарных частиц науки. Эта область чрезвычайно важна для углубления наших знаний как о макромире, так и о микромире. Более того, многие выводы физических теорий, касающиеся микромира, можно проверять только в огромной лаборатории Вселенной: здесь мы встречаем такие высокие энергии, которые в принципе никогда не смогут быть достигнуты на построенных человеком ускорителях. Своеобразие этой лаборатории состоит в том, что мы наблюдаем последствия однократного эксперимента, поставленного самой природой на сверхмощном «ускорителе» — ранней Вселенной.

Насколько вероятен тот, как теперь принято говорить, сценарий ранней Вселенной, о котором здесь было коротко рассказано? Авторам он представляется весьма вероятным, но, конечно, нельзя забывать, что когда речь идет о новом, о неустоявшихся физических представлениях, то почти всегда имеются научные направления, пытающиеся объяснить одно и то же явление по-разному. Сценарий, о котором шла речь, базируется на двух основных предположениях; они уже заняли прочное место в теории гравитации и физике элементарных частиц, но не получили еще всестороннего практического подтверждения. Это предположения о справедливости общей теории относительности в области сильных гравитационных полей и о существовании при высоких энергиях единого поля, объединяющего все виды взаимодействий.

Дальнейшие астрофизические наблюдения, может быть, даже наблюдения ближайших лет, покажут, насколько справедливы эти предположения и, таким образом, подтвердят или опровергнут многие наши представления о первых мгновениях «Большого взрыва».

# АСИММЕТРИЯ ПОЛУШАРИЙ СВЯЗАНА С ПОЛОМ

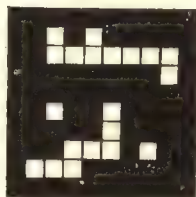
На каждые 100 человек приходится три-четыре левши. Среди ученых распространено мнение, что асимметрия не случайна: первоначальная симметрия организма была нарушена в ходе эволюции как результат приспособления к окружающему миру. У человека асимметричны не только конечности; известно, что правое полушарие мозга тоже функционально неравнозначно левому, обычно доминирует левое полушарие (именно оно заведует речью), а у левшей — правое.

В 1979 году ученые Биологического института при Ленинградском государственном университете впервые получили данные о специализации больших полушарий головного мозга у животных. Были выявлены любопытные факты, например, что у мышей лучше развита правая передняя лапа, что у крыс анализом геометрической формы предмета занимается правое полушарие, а у кошек левое полушарие мозга обладает большей устойчивостью к помехам при зрительном восприятии.

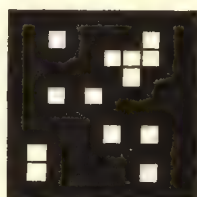
Недавно ленинградские физиологи провели новую серию экспериментов на лабораторных животных, которые помогли выяснить особенности специализации полушарий. У крыс линии Вистар был выработан условный рефлекс на «картинку». Если животное из двух предъявленных изображений выбирало правильное, то в награду получало пищу. Картинкой служило черное поле, на котором в случайном порядке располагались белые квадратики, примерно так, как показано на рисунке. Знаком «плюс» отмечена картинка, выбрав которую крыса получала пищу, если же животное направлялось к картинке с минусом, то награды оно не получало.

На следующем этапе эксперимента обученные животные выбирали картинку в условиях, когда одно из полушарий головного мозга у них было заблокировано.

Оказалось, что 68 процентов всех животных лучше узнают нужное изображение,



+



-

когда у них выключено левое полушарие. Иными словами, у большинства крыс доминантным является правое полушарие, у 29 процентов животных доминирует левое полушарие, и только 3 процента безразличны к тому, какое полушарие заблокировано. Опыт ярко продемонстрировал ведущую роль правого полушария мозга крысы при различении сложных зрительных стимулов.

После того как результаты экспериментов были обработаны отдельно для крыс-самцов и отдельно для самок, выяснилась очень важная деталь. В условиях данного эксперимента асимметрия полушарий связана с полом животных, она резко выражена у самцов и почти сглажена у самок. Выводы, к которым пришли ленинградские ученые, совпадают с данными, ранее полученными японскими исследователями: Д. Кимура и его коллеги показали, что, анализируя изображения, составленные из точек, мужчины в основном обходятся правым полушарием, а у женщин в этом процессе в равной мере заняты как правое, так и левое полушарие мозга. Насколько универсальна связь асимметрии с полом, по-видимому, покажут дальнейшие эксперименты.

**В. БИАНКИ, Г. УДАЛОВА, В. МИХЕЕВ.**  
Полушарная специализация у крыс при дифференцировании зрительных стимулов. «Журнал высшей нервной деятельности», т. XXXI, вып. 1, 1981.

## ПОЧЕМУ «ИСЧЕЗАЕТ» ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН?

Далеко не всегда можно установить, когда появилось новое направление в науке, а вот для гелиобиологии эта дата известна точно. Рождением ее считают 1915 год, когда А. Л. Чижевский зачитал доклад «Периодическое влияние Солнца на биосферу». Развивая эти идеи, ученые пришли к выводу, что такие процессы, как рост, развитие и урожайность растений, темп размножения и токсические свойства микробов, размножение и миграция у животных, рыб и насекомых, и, наконец, заболеваемость и изменение самочувствия человека, очевидно, тесно связаны с периодическими колебаниями солнечной активности.

Известно, что об активности процессов на Солнце можно судить по появлению, развитию и исчезновению солнечных пятен. Число их меняется, однако прослеживается достаточно четкая периодичность. Наиболее ярко в биологических и медицинских показателях выявились изменения с периодом в 11 лет, которые можно поставить в соответствие с одиннадцатилетним циклом солнечной активности.

Однако в исследованиях, выполненных в самые последние годы, ученые столкнулись с некоторым парадоксом: создалось впечатление, что появилась тенденция к «сглаживанию» и даже к полному исчезно-



вению гелиобиологических связей. Так, например, изучение последствий инфарктов миокарда, ишемической болезни и инсультов, проведенное в Москве в период с 1969 по 1975 годы, не выявило существенных соответствий с солнечной и геомагнитной активностью. Обработав колоссальный массив данных о ежедневной смертности от коронарной болезни и инсультов, группа американских ученых также не обнаружила достоверных связей медицинских показателей с данными об изменении солнечной активности.

Что же произошло? Нет никаких оснований предполагать, что в предыдущие годы корреляция с солнечной активностью возникла из-за экспериментальных ошибок. В таком случае, почему гелиобиологическое влияние исчезает?

Среди современных исследователей взгляды на гелиобиологию носят крайне противоречивый характер. Одни полностью отрицают существование такой науки, другие настаивают на включении курса гелиобиологии в программу медицинских институтов. Возможно, именно с этими противоречиями связано то, что в последние годы ученых не столько волнует само установление связи земных биологических процессов с активностью Солнца, сколько ответ на вопрос, как, через какие механизмы эти связи осуществляются.

Сегодня широко обсуждается вопрос о влиянии на живое природных электромагнитных факторов. Три «окна» в непрерывном спектре электромагнитного излучения (десятки МГц, 20—40 кГц и медленные изме-

нения с частотой 1 Гц) рассматриваются как наиболее вероятные каналы связи между солнечной активностью и биологическими процессами.

Одна из существующих гипотез предполагает, что периодические колебания электромагнитного поля могут служить внешним датчиком времени. Если периодические изменения в электромагнитной обстановке на Земле (тесным образом связанной с деятельностью Солнца) являются синхронизаторами жизненных процессов, то можно себе представить, что всякого рода нарушения периодичности (всплески, или магнитные бури) вызывают сбои и в биологических системах.

Прямые доказательства, что эти положения верны, пока отсутствуют. Особенно сложно ответить на вопрос, как будут вести себя больной и здоровый организм, когда на природные изменяющиеся электромагнитные поля накладываются достаточно мощные «шумы» — поля, которые создает человек своей практической деятельностью, например, в современном промышленном городе. Не исключено, что именно промышленный «шум» каким-то образом сглаживает картину и может служить объяснением зафиксированного ослабления влияния солнечной активности на биологические процессы.

**В. БЕНЕВОЛЕНСКИЙ, А. ВОСКРЕСЕНСКИЙ.** Гелиобиологические исследования. Современное состояние и перспективы, «Вестник АН СССР» № 10, 1980.

## «ОНЕГИН» ПО-АНГЛИЙСКИ

Вершина пушкинской поэзии, роман «Евгений Онегин» переведен на десятки языков мира. Самый первый перевод «Онегина» — на немецкий — появился через десять лет после выхода романа в свет. Немецкий переводчик переименовал Татьяну в Иоганну, чтобы не раздражать читателей непривычным именем.

Ко времени первого перевода «Евгения Онегина» на английский язык в 1881 году роман уже жил на немецком, французском, польском, чешском, итальянском и венгерском языках. О первом переводе на английский И. С. Тургенев писал, что перевод «верности невероятной, изумительной» — и такой же изумительной дубинности.

За 100 лет, которые прошли с тех пор, несмотря на все трудности перевода столь самобытного произведения, «Онегин» по-прежнему на английском языке не единожды, так что один американский критик писал: «Если судить по числу переводов, то «Евгений Онегин» является сегодня, пожалуй, самым популярным произведением русской литературы в странах английского языка». В конце 70-х годов появился новый, восьмой по счету, английский перевод пушкинского романа. Его переводчик — английский дипломат Чарльз Джонстон.

Над переводом романа на свой родной язык Джонстон трудился с 1975 по 1977 год. По его словам, он старался передать «самый тон голоса поэта» — искры его шуток, соль эпиграмм. Такая принципиальная установка требовала от переводчика сохранить «онегинскую строфу», это название исторически закрепилось за метрикой пушкинского стиха в романе. У Пушкина закономерно чередуются мужские и женские рифмы, следуя схеме АБАВВггДееДжж. (Условно прописными буквами обозначают женские окончания, то есть рифму, где ударение падает на последний слог, например, *домá — травá*, строчные буквы обозначают мужскую рифму, здесь ударение падает на предпоследний слог, например, *дóма — парóма*.) Переводчику приходилось все время быть начеку, так как английские поэты преимущественно пользуются мужской рифмой, и необычная женская рифма могла вызвать комический эффект. Джонстону удалось преодолеть эти и многие другие трудности, перевод выполнен мастерски, на высоком художественном и поэтическом уровне.

**Ю. ЛЕВИН.** Новый английский перевод «Евгения Онегина». «Русская литература» № 1, 1981.



**Профессиональная  
ориентация**





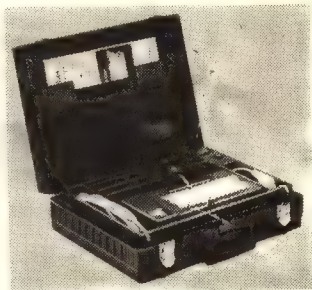
кое выполнение часто повторяющихся надписей. Их достаточно набрать лишь один раз. Для такого рода однообразной работы в приборе имеется 10 ячеек запоминающего устройства с 32 разрядами ввода данных в каждой из них (можно также увеличить число разрядов при уменьшении количества ячеек).

Размерные стрелки и линии чертятся простым нажатием кнопки. Причем воспроизводятся они в размерах, пропорциональных выбранному шрифту. Вычерчивание окружностей от 1 до 40 мм также очень простая операция. Диаметр окружностей можно выбирать с интервалом в 0,1 мм. Перо прибора устанавливается в центр намеченного круга, задается диаметр, например, набирается число 284 для круга диаметром 28,4 мм и нажимается кнопка.

Помимо клавишного управления, прибор может управляться сигналами, записанными на магнитофон-

ной ленте. На ленте заранее кодируются любые графические изображения. Например, для архитектурных или строительных чертежей потребовались значки сантехнического оборудования. Символы сантехнических устройств в масштабе 1:50 хранятся в программных кассетах. На прилагаемых к кассетам кодовых картах каждому символу присваивается соответствующее кодовое число. После ввода этого числа в запоминающее устройство конструктор может как угодно часто извлекать его из памяти нажатием на соответствующую клавишу. Перед этим нужно только поместить перо прибора в то место, где будет начерчен данный значок.

Графопостроители подобного типа могут найти применение во многих областях человеческой деятельности: в машиностроении и строительстве, в электронике и в связи, архитектуре, геодезии и т. д. Время, ко-



Прибор имеет переносную конструкцию и размещается в небольшом чемоданчике.

торое затрачивается на нанесение надписей и линий, сокращается примерно вдвое, причем особенно это заметно на мелких шрифтах. Но главное, прибор изменяет условия труда, избавляя человека от кропотливой механической работы. Наступает время, когда электронные средства оргтехники начинают проникать в конструкторское бюро.

По материалам журнала  
TV report (ФРГ).

## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ

(№ 6, 1981 г.)

ПО ГОРИЗОНТАЛИ. 6. Авентин (один из холмов, на которых сложился город Рим). 8. Сантос (один из игроков сборной Бразилии, выигравшей чемпионат мира по футболу в 1970 году). 9. Опенкок. 10. Оксиморон (сочетание слов с противоположным значением). 13. Свинец (одна из составных частей баббита). 15. Топаз (приведен химический состав минерала). 16. Болото (приведено топографическое обозначение). 20. Алаверди (храм близ Телави, памятник грузинского зодчества XI века). 21. Марецкая (исполнительница главной роли в фильме «Член правительства», кадр из которого приведен). 22. Ксилофон. 23. Даламбер (один из перечисленных активных участников создания «Энциклопедии, или Толкового сло-

варя наук, искусств и ремесел»). 26. Анемон (одно из названий ветреницы). 28. Путти (изображения маленьких мальчиков, зачастую крылатых, распространенный декоративный прием в искусстве Возрождения; на снимке — картина Рафаэля «Сикстинская мадонна»). 29. Одесса. 33. Сен-бернар. 34. Терпуг. 35. Удавка (один из показанных на схеме узлов). 36. Анамнез.

ПО ВЕРТИКАЛИ. 1. Васюки (город, в котором происходила процитированная сцена из романа И. Ильфа и Е. Петрова «Двенадцать стульев»). 2. Мечников (перечислены основные этапы создания иммунологии). 3. Стилибат (подножие колоннады древнегреческого храма). 4. Гномон (деталь солнечных ча-

сов). 5. Сафари. 7. Колесо (перевод с английского). 11. Передонов (персонаж романа Ф. Сологуба «Мелкий бес»). 12. Додекаэдр. 14. Вильсон (изобретатель прибора для наблюдения следов заряженных частиц, с помощью которого сделан приведенный снимок). 17. Траверс (преграда поперек траншеи, оставленная из нетронутой толщи грунта). 18. «Идиот» (роман Ф. Достоевского, строки из которого процитированы). 19. КамАЗ (марка советских грузовиков). 24. Сурбаран (автор показанной на снимке картины «Отрочество богородицы»). 25. Стирлинг (предложивший приведенную приближенную формулу). 27. Енисей (образуется слиянием рек Бий-Хем и Ка-Хем). 30. Сфинкс (фантастическое животное). 31. Пергам (древний город в Малой Азии, первоначальное местонахождение алтара Зевса, фрагмент фриза которого показан на снимке). 32. Карузо (на снимке — в роли Канио, персонажа оперы Р. Леонкавалло «Паяцы»).

# ЕЩЕ РАЗ ОБ АСПИРИНЕ

Доктор медицинских наук В. ПРОЗОРОВСКИЙ (г. Ленинград).

Во-первых, он вовсе и не аспирин, а ацетилсалициловая кислота. Во-вторых, появление его связано с целым рядом медицинских заблуждений, в-третьих, используется он уже 80 лет и все же его не научились принимать правильно; в-четвертых... впрочем, перечисление мало что объясняет. Нужно рассказать все по порядку.

Начало истории аспирина относится к 1640 году. К тому моменту, когда наместник испанской короны в Перу Дон Луис Геронимо Кабрера де Бабадил граф Цинхон прибыл из далеких заморских владений в Мадрид ко двору короля Филиппа IV. Среди прочих ценностей он привез древесную кору, которую туземцы с успехом использовали для лечения губительной лихорадки. По-перуански кора звучала как «кина» (kina), но в международное употребление это слово вошло, пройдя через итальянский язык, — «хина» (china). Поэтому и дерево с чудесной корой стали называть хинным деревом.

В те времена врачи уже знали, что лихорадки и горячки (так назывались все болезни, протекавшие с ознобом и жаром) бывают разные. По мнению итальянских врачей, причиной одной из них, распространенной в сырых, болотистых местностях, были вредные испарения, поднимавшиеся от гнилой стоячей воды. Отсюда болотная лихорадка получила свое название: «малярия» (mala aria), что значит «дурной воздух». Постепенно это название переделалось в знакомую нам «малярию» и так и вошло во всеобщее употребление.

Поставить диагноз малярии и сейчас не просто, хотя врачу помогает микроскоп, позволяющий найти в крови больного возбудителя болезни — малярийного плазмодия. Раньше же отличить малярию от гриппа, пневмонии, острого ревматизма, туберкулеза, а тем более от всяких экзотических заболеваний вроде мальтийской лихорадки или лихорадки папатаччи было почти невозможно. Да тогда толком и не знали об этих болезнях. Поэтому хину давали, несомненно, не только больным малярией, но и вообще всем «лихорадящим».

Лечебный эффект хины был, естественно, очень непостоянным. Надо полагать, что именно из-за неточностей в диагностике этому ценнейшему лекарству на первых порах очень не повезло. Невезение нача-

лось с самого графа, который вскоре после приезда заболел (чем — неизвестно) и которому хина не помогла. В 1652 году лекарством пытались лечить голландского губернатора. Тоже без успеха.

И все-таки, несмотря на первоначальные неудачи, популярность нового лекарства росла. Сильно впечатляли, конечно, отдельные чудесные исцеления, когда хину применяли действительно от малярии. Так были вылечены английский король Карл II и французский — Людовик XIV. Но это не главное. Важнее, пожалуй, было то, что хина, как доказали позднее, обладает хотя и слабым, но вполне заметным жаропонижающим действием. Поэтому-то она производила некоторый эффект при всех лихорадках. Стремление обязательно «сбить температуру» любыми средствами живо до сих пор, а в те времена, когда лихорадку воспринимали не как симптом, а как основное проявление болезни, даже как саму болезнь, это стремление было еще более сильным.

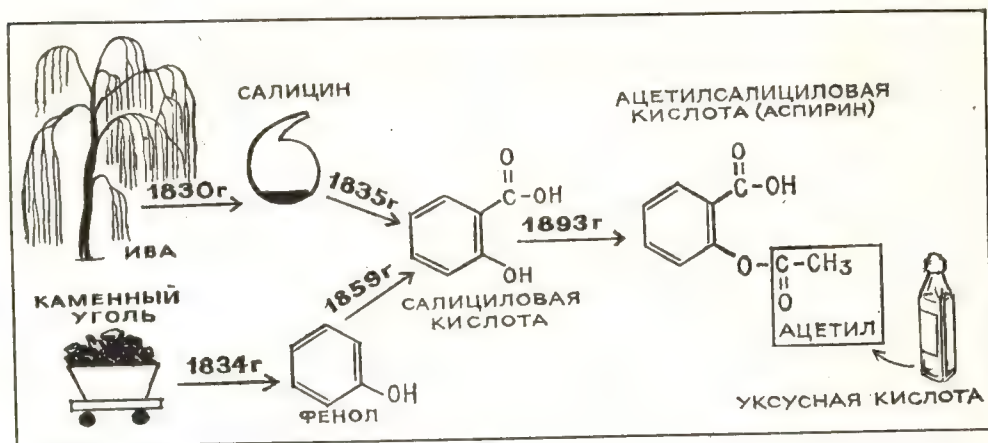
Как только хина получила всеобщее признание, цена на нее моментально резко возросла. Для большинства людей она стала совершенно недоступной. Пытаясь найти выход из создавшегося положения, кое-кто вспомнил: уже в трудах древнегреческого врача Гиппократы упоминалось о жаропонижающем действии порошка из коры ивы. К тому же эта кора и горька, как хина.

2 июня 1763 года священник из Чиппинг Нортон прочитал перед членами Лондонского королевского общества ученых «Отчет об успешном вылечивании лихорадочного озноба корой ивы». Что это был за «озноб», теперь уже никто не узнает, но эффект лечения оказался столь очевидным, что кору ивы официально признали заменителем хины, хотя, как мы знаем теперь совершенно точно, малярию она не излечивает.

В 1817 году русский ученый Ф. И. Гизе выделил из коры хинного дерева действующие начала. Через три года французы П. Пелетье и Ж. Ковенту показали, что выделенное Гизе вещество состоит из двух частей. Одну часть — истинное лечебное средство — назвали «хинин», а другую — балласт — в честь испанского наместника «цинхонин».

Итак, в хине — хинин, а что же в ивовой коре? В ней оказалось свое действующее начало. Поскольку ива по-латыни «саликс» (salix), то выделенное в 1830 году вещество назвали салицином. Противополи-





рабочий эффект салицина был слаб — на прием требовалось 5—10 граммов.

В 1835 году немецкий химик Карл Левиг получил из салицина кислоту и назвал ее салициловой. При испытании было установлено, что она обладает очень сильным противолихорадным действием, во много раз более сильным, чем салицин. Вскоре обнаружилось, что салициловая кислота содержится в некоторых растениях, в почках тополя, жасмина, в маслинах и даже в апельсинах, вишне и сливе. Особенно велико ее содержание в травянистом растении таволге иволистной. По-латыни его называют спирей салицифолия (*Spirea salicifolia*), или попросту спирей. В дальнейшем именно спирей послужил основой для названия «аспирин». Произошло оно после того, как к салициловой кислоте был присоединен ацетиловый радикал. Немецкий химик К. Герхардт, получивший новый препарат, взял от этого радикала только одну букву «а». Получилось: а-спир-ин.

Поиски дешевого источника лекарства совпали с выделением из каменноугольной смолы фенола. Это совпадение оказалось исключительно важным. Сходство строения двух веществ столь очевидно, что химики стали искать пути для их взаимного превращения. Превратить салициловую кислоту в фенол оказалось делом относительно простым, но, наоборот, фенол в салициловую кислоту удалось превратить лишь в 1859 году. Автор второго превращения Герман Кольбе не только синтезировал лекарство, но и испытал на себе, определив даже его ядовитые дозы. Получение препарата в больших количествах позволило найти ему новое применение. Салициловой кислотой стали лечить ревматизм, считая, что она так же эффективна при этой болезни, как хина при малярии.

Начало широкого применения салицилатов совпало с другим исключительно важным для медицины событием.

В 1865 году, независимо друг от друга, английский хирург Джозеф Листер и французский аптекарь Жюль Лемер предложили использовать фенол (в медицине его обычно называют карболовой кислотой) для борьбы с гнойными инфекциями. За этим последовали сенсационные открытия Л. Пастера, И. Мечникова, Р. Коха, основавших новую науку — микробиологию. С каждым годом становилось очевидным, что таинственные лихорадки — заразные заболевания, вызываемые микроорганизмами. Нашли и заразное начало малярии.

Вот в этот-то момент всеобщего увлечения микробами и произошла очередная путаница. Сначала обнаружили, что салициловая кислота обладает довольно-таки выраженным противомикробным действием в пробирке, почти таким же, как и фенол (происходит-то она от фенола!). Далее рассуждали примерно так. Если салициловая кислота при ревматизме столь же эффективна, что и хинин при малярии, а хинин действует, убивая возбудителя малярии, значит, салициловая кислота действует, убивая... возбудителя ревматизма. При других же лихорадках, она, хотя и не столь успешно, убивает других микробов. Следовательно, салициловая кислота — это средство против микробов.

Такое заключение оказалось глубоко ошибочным. И салициловая кислота — отнюдь не специальное противоревматическое средство, и никаких ревматических микробов попросту не существует, и противомикробное действие ее удастся получить лишь в пробирке или в консервах (что и получило распространение на практике).

Применению салициловой кислоты препятствовало ее сильно раздражающее действие. Кислота есть кислота. Более того, именно у нее обнаружилось еще одно свойство. Салициловая кислота растворяет поверхностные эпителиальные клетки (кожи, слизистых оболочек). Поэтому она в чистом виде применяется только для размягчения мозолей или для ускорения вскрытия нарывов.

В процессе поисков новых производных салициловой кислоты был получен ее метиловый эфир — метилсалицилат. У него раздражающее действие еще сильнее, чем у кислоты. Поэтому внутрь он не употребляется, а входит в состав всяких растираний: санитаса, нафталгина, салинимента, мази Бом-бенге, капсина. Все они втираются в воспаленные суставы и места растяжений. И боль успокаивают и воспаление снимают.

Среди созданных в то время препаратов особое место занимает салол. Для устранения раздражающего и усиления противомикробного действия профессор Петербургской медико-хирургической академии В. М. Ненцкий соединил салициловую кислоту и фенол в одну молекулу. Получился «салол». Его молекула устойчива в кислой среде желудка и распадается лишь в щелочном кишечном соке. По идее Ненцкого, и салициловая кислота и фенол должны оказывать после распада в кишечнике противомикробное действие. К сожалению, и салицилат и фенол в определенный момент раздражают слизистую оболочку кишечника. Противомикробное же их действие весьма слабое. Однако салол не только сохранился в арсенале современной медицины, но и породил всякие комбинированные препараты: тансал — салол с танином, бесалол — салол с белладонной (смесь с алкалоидами красавки, снимающими спазмы кишечника), уробесал — та же смесь, но с добавлением уротропина (средство для борьбы с инфекцией и спазмами мочевых путей). Все эти лекарства продаются без рецепта. Основное их достоинство — в относительной безвредности.

Ацетилсалициловую кислоту, или, как мы привыкли ее называть, аспирин, стали широко применять лишь когда начался ее промышленный выпуск в 1893 году, спустя 40 лет с момента изобретения. Сразу же после выпуска она завоевала очень широкую популярность, и вот уже 80 лет не сходит с прилавков всех аптек мира. Только в США, где аспирин почему-то пользуется особой любовью населения, он производится в количестве 12 тысяч тонн, или 50 000 000 000 разовых доз, в год. Да и у нас этот препарат занимает в домашних аптечках достойное место.

В 60-х годах нашего века фирменные названия многих лекарств, такие, как «аспирин», были заменены на названия, производные от химического строения вещества. Непривычно, длинновато, но зато точнее выражена структура препаратов.

Итак, что же такое ацетилсалициловая кислота, если она не противовоспалительное и не противомикробное средство? К какой хотя бы группе лекарственных веществ она относится? Уже к началу XX века врачи стали причислять салицилаты к жаропонижающим средствам, хотя и понимали, что только этим действием объяснить все положительные эффекты аспирина, в частности при ревматизме, нельзя.

Однако спустя некоторое время появились новые препараты — амидопирин и фе-

нацетин, которые не вызывали у больных такого сильного потоотделения, как ацетилсалициловая кислота. Именно эти препараты стали использовать как жаропонижающие, кислоту же начали относить к противовоспалительным средствам.

После второй мировой войны в капиталистических странах необычайно распространилась наркомания. В связи с этим особое внимание стали уделять синтезу веществ, которые избавляли бы человека от боли без риска, что он пристрастится к ним. Первым таким лекарством стала ацетилсалициловая кислота. Вскоре, правда, были получены другие соединения: бутадон и индометацин с более сильным болеутоляющим действием. Теперь все препараты, имеющие сходные с салицилатами свойства, выделяют в особую группу ненаркотических анальгетиков (болеутоляющих). Слово это происходит от латинского «альгос» — «боль» и приставки «ан», означающей отрицание. К ним, согласно новейшим справочникам по лекарственным средствам, относятся следующие всем известные препараты: ацетилсалициловая кислота, салициламид, амидопирин, анальгин, бутадон, фенацетин, парацетамол и другие.

Таким образом, салицилаты имеют необычайно разнообразные и исключительно ценные свойства, позволяющие применять их при самых разных заболеваниях. Они снижают температуру, тормозят воспалительные процессы и утоляют боль. Что касается ревматизма и подагры, то при этих заболеваниях салицилаты выполняют лишь вспомогательную роль.

Если вы зайдете в аптеку, то ацетилсалициловую кислоту скорее всего найдете в разделе «Средства от головной боли». Строго говоря, такая «квалификация» не совсем верна. Сама кислота и препарат асфен, представляющий собой ее смесь с фенацетином, правильнее относить, как мы упоминали, к вообще болеутоляющим, а не только к утоляющим лишь головную боль. Сильнее всего это действие проявляется при болях в суставах, при воспалении мышц, связок и нервов, при зубной боли. Если боль вызвана травмой или спазмами гладкой мускулатуры (колики), то ацетилсалициловая кислота неэффективна. А вот препараты, содержащие, кроме нее и фенацетина, еще и кофеин, действительно снимают головную боль: цитрамон, аскофен...

Принадлежность ацетилсалициловой кислоты к болеутоляющим средствам отнюдь не означает, что она не годится для других целей, к примеру, как противовоспалительное. Особенно эффективно она, когда воспаление протекает с отеком. Скажем, при плеврите, ангине, флюсе, воспалении легких, гриппе. Во всех этих случаях наилучшим образом проявил себя комбинированный препарат, состоящий из ацетилсалициловой кислоты, димедрола, рутина (витамина Р) и аскорбинки (витамина С). Димедрол усиливает и болеутоляющее и противовоспалительное действие кислоты, рутин



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

помогает им обоим бороться с воспалением и ослабляет побочное ее действие, а витамин С повышает общую сопротивляемость организма. Течение гриппа, острых респираторных инфекций и многих других воспалительных заболеваний, в том числе ангины, невритов, миозитов и прочих уже упомянутых болезней, под действием этого комплекса существенно облегчается, быстрее наступает выздоровление.

Пока разговор шел о том, что врачует ацетилсалициловая кислота. Но каким образом она действует, стало известно лишь в самое последнее время. А выяснилось это вот как. В 30-х годах нашего века шведский ученый Ульф Сванте фон Эйлер-Хельпин обнаружил в предстательной железе (простате) баранов особое вещество с высокой биологической активностью. Поскольку железа по-латыни называется «гlandula», то вещество получило название «простагландин». В дальнейшем было установлено, что простагландин (точнее, простагландин, ибо имеется много веществ сходного строения и действия) синтезируется во всех тканях животных. За это открытие ученому была вручена в 1970 году Нобелевская премия.

Оказалось, эти вещества участвуют во многих реакциях и здорового и больного организма. Пока еще многое о них неизвестно, но одно уже установлено: при любом воспалении ткани начинают усиленно синтезировать простагландины. В опухшей десне вокруг больного зуба их содержание в 20 раз больше, чем в десне здоровой.

Под влиянием микробных токсинов увеличивается содержание простагландинов и в мозге. Это показано на экспериментальных животных. У людей, пораженных острыми инфекционными заболеваниями, обнаруживается резкое увеличение концентрации простагландинов в спинномозговой жидкости. Именно они — причина многих, типичных для этих болезней реакций. Во-первых, головная боль. Кстати, на головную боль жаловались и люди, добровольно согласившиеся на внутривенное введение им простагландина. Во-вторых, повышение температуры тела. Установлено, что уровень температуры прямо пропорционален содержанию простагландинов в тех участках мозга, которые заведуют терморегуляцией.

Этим действие простагландинов не исчерпывается. Они подавляют выделение соляной кислоты в желудке, повышают свертываемость крови, вызывают тошноту, рвоту, понос. При введении простагландинов под кожу на месте инъекции возникает сильная боль, поскольку они раздражают нервные окончания и вызывают типичную воспалительную реакцию с краснотой и отеком.

В 1971 году английский исследователь Веин сообщил о новом открытии. Он установил, что салицилаты подавляют образование простагландинов во всех органах и тканях животных. Он же привел доказательства того, что все эффекты аспирина можно объяснить его способностью блоки-

ровать фермент, заведующий синтезом простагландинов, — простагландинсинтетазу. Вот теперь все встало на свои места. Поскольку синтез этих веществ во время болезни увеличивается почти во всех «уголках» организма, постольку и действие ацетилсалициловой кислоты необычайно разнообразно. Проникая в воспаленные ткани с током крови или при втирании через кожу, она снимает боль и воспаление. Попадая в мозг, она подавляет болевые ощущения и устраняет лихорадочную реакцию.

Было обнаружено, что антипростагландинным действием обладают очень многие вещества и, что самое интересное... хинин, хотя он намного слабее салицилатов. Вот, оказывается, в чем сходство между этими двумя веществами.

Прояснилось и побочное действие кислоты, частота возникновения которого относительно велика. По данным 22 больниц США, из 26 тысяч больных, находившихся на лечении в 1966—1975 годах, в чистом виде ацетилсалициловую кислоту получал 401 больной. Неблагоприятные реакции отмечены у 5 процентов пациентов, причем преимущественно у женщин. Чаще всего раздражение желудка. Реже возникал звон в ушах и ухудшался слух. А у одного процента больных зарегистрированы кровотечения в желудочно-кишечном тракте. Последнее осложнение, как наиболее опасное, было специально изучено.

Собакам, желудок которых был предварительно очищен и заполнен прозрачной водой, через зонд вводили неразмельченную таблетку ацетилсалициловой кислоты. Через специальный гастроскоп наблюдали за дальнейшими событиями.

Вскоре после того, как таблетка падала на дно желудка, вокруг нее начинала набухать его слизистая оболочка и появлялись мелкие кровоизлияния. После полного растворения таблетки на ее месте отмечались мелкие изъязвления. Анализ этого участка желудка показал: кислота резко нарушала образование слизи, которая, как известно, выполняет защитную функцию, и одновременно стимулировала выделение соляной кислоты. Если добавить к этому способность ацетилсалициловой кислоты растворять клетки эпителия, выстилающего стенки желудка, и общее раздражающее действие, в котором легко убедиться, положив таблетку аспирина на несколько минут за щеку, как станет понятен почти неминуемый результат неправильного применения этого препарата.

Особенно легко, конечно, поражается желудок человека, если он к этому предрасположен, если у него уже есть или были язва желудка, гастрит, повышенная кислотность желудочного сока.

Побочное действие ацетилсалициловой кислоты усиливается и тогда, когда одновременно принимаются другие раздражающие желудок вещества. В журнале «Здравоохранение Белоруссии» за 1978 год описывается такой случай. Больной, ранее никогда болезнями желудка не страдавший, захворав гриппом, ежедневно принимал по 6 таблеток аспирина и по полстакана водки.

На четвертый день у него возникло сильнейшее желудочное кровотечение, а впоследствии рентгенологи выявили типичную язву, которую удалось вылечить лишь с трудом. Удивляться тут не приходится: алкоголь раздражает и разрыхляет слизистую оболочку, хорошо подготавливая ее к язвообразующему действию ацетилсалициловой кислоты.

Кроме язвенников, аспирин противопоказан и некоторой другой категории людей. Его не следует принимать больным аллергией, и в частности бронхиальной астмой. У них аспирин утяжеляет болезнь вплоть до появления отека, крапивницы, сыпи. Не рекомендуется принимать ацетилсалициловую кислоту во время беременности. А поскольку она легко переходит в молоко, то и кормящим матерям ее тоже принимать не следует. Нельзя давать аспирин и малышам, не достигшим трехлетнего возраста: их организм еще не научился быстро обезвреживать это лекарство. Поэтому относительно безвредные для взрослых таблетки аспирина для детей — яд. Их нужно прятать в недоступные для малыша места. Прием всего четырех таблеток аспирина может закончиться для ребенка трагически.

Кому по тем или иным причинам нельзя принимать аспирин, тому предлагаются другие препараты — у аспирина есть заменители, о которых знают врачи.

Раздражающее же действие ацетилсалициловой кислоты можно полностью исключить, если принимать таблетки правильно. Прежде всего категорически нельзя их проглатывать целиком. Нужно предварительно распушить их в воде: налить воду в столовую ложку или на дно стакана и бросить туда таблетку. Даже без перемешивания она скоро распадется. Принятое лекарство нужно запить теплым молоком. Если нет молока, можно принять ацетилсалициловую кислоту, растворенную в теплой воде, с добавлением небольшого количества соды. Очень хорошо использовать для растворения препарата щелочные минеральные воды: боржоми, эссентуки № 17, славяновскую и другие. Во Франции, например, аспирин выпускают в пакетах, в которых его порошок заранее смешан с содой. Этим способом нейтрализуется повышение кислотности и ускоряется

транспортировка лекарства в кишечник. В Австралии в аналогичных пакетах к препарату добавлена не сода, а окись магния (жженая магнезия).

Не следует принимать препарат также во время еды или после еды — ацетилсалициловая кислота подавляет не только простагландинсинтезазу, но и другие ферменты, нарушая, таким образом, пищеварение. Самое подходящее время для приема лекарства — минут за 20—30 до еды.

Во всем мире, в том числе и у нас в стране, ведутся сейчас поиски способа приготовления таких таблеток аспирина, в которых было бы полностью исключено вредное его влияние на желудок, но не была бы снижена всасываемость. Для этого нужно, чтобы таблетка распадалась только в кишечнике и чтобы ее действующее начало выделялось не сразу, а отдельными мелкими порциями.

Время идет, и природа постепенно раскрывает свои тайны. Скажем, давно уже известно, что ацетилсалициловая кислота нарушает склеивание тромбоцитов и тем самым мешает крови свертываться. Это действие всегда считали нежелательным. И вдруг оказывается, что препарат, назначаемый больным, которые перенесли нарушение мозгового кровообращения или инфаркт миокарда, снижает у них частоту повторных признаков болезней и предупреждает внезапную смерть. Это же свойство аспирина (препятствовать внутрисосудистому свертыванию крови) очень важно и для лечения детей, больных сепсисом, тяжелой пневмонией или дизентерией. Аспирин буквально возвращает их к жизни. Избыток простагландинов, который может возникнуть в раннем детском возрасте, нарушает заращение нормального для плода боталлова протока между легочной артерией и аортой. Это самый частый врожденный порок развития сердца. Если своевременно вмешаться в этот процесс и начать давать аспирин, то стенки протока спадутся, и он будет ликвидирован без тяжелой хирургической операции. Даже в лечении мужского бесплодия не обошлось без аспирина. Он подарил уже многим мужчинам счастье отцовства. Не исключено, что новейшие исследования принесут еще много дополнительных рекомендаций и расширят терапевтические возможности ацетилсалициловой кислоты.

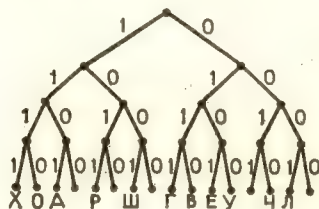
## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Тренировка умения мыслить логически

#### ДВОИЧНЫЙ КОД

Дана последовательность двоичных цифр

000100100101011011-  
01111110111001011110.

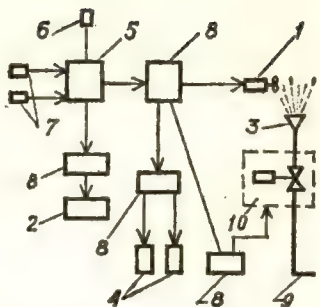


Используя кодовое дерево, приведенное на рисунке, найдите ключ кода и прочтите зашифрованное здесь выражение. Оно состоит из 18 букв.

Н. БАШТАН,

(г. Ленинград).





Блок-схема автоматизированной вентиляционной установки для поддержания оптимальной температуры и влажности в плодохранилище. 1 — вентилятор, 2 — подогреватель, 3 — увлажнитель воздуха, 4 — электропривод люков вентиляции, 5 — электронный блок управления, 6 — датчик температуры наружного воздуха, 7 — датчик температуры воздуха в плодохранилище, 8 — включатель электромагнитный, 9 — водопроводная труба, 10 — электромагнитный водяной клапан. Детали установки. Вентилятор — для плодохранилища объемом 20—100 куб. м хорошо подходит оконный вентилятор типа 06—300 № 4 Кроковского вентиля-

торного завода производительностью 3000 куб. м/час мощностью 0,12—0,18 кВт.

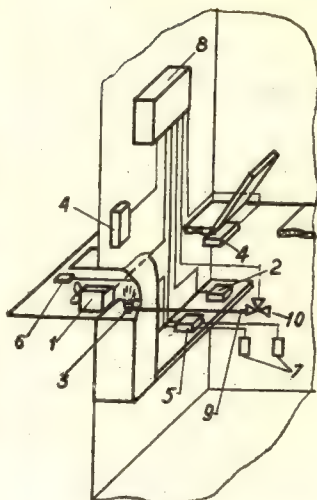
Подогреватель — любой электронагревательный прибор или остеклованный резистор. Мощность нагревателя выбирается из расчета 8—10 Вт на 1 куб. м хранилища.

Привод вентиляционных люков — любой электромагнит или электродвигатель, дающий возможность закрывать и открывать вентиляционные отверстия. Управление приводом автоматическое от блока управления, с тем чтобы вентиляционные отверстия открывались и закрывались в зависимости от наружной температуры.

Электронный блок управления — наиболее сложный элемент установки. Его изготовление требует знакомства с основами электроники.

Схема монтажа оборудования. Плодохранилище оборудовано в погребе, над которым сверху построен сарай для садово-огородного инвентаря.

Увлажнитель воздуха изготавливается из пластмассовой трубки, в которой иглой делается несколько отверстий. Увлажнитель помещается в поток воздуха, нагреваемого вентилятором. Датчики температуры — терморезисторы типа ММТ-1, 33 кОм.



Включатели — любые электромагнитные устройства (магнитные пускатели, промежуточные реле и т. д.), контакты которых рассчитаны на соответствующую силу тока.

Клапан соленоидный — может быть выполнен из катушки магнитного пускателя и водопроводного вентиля, у которого сточена резьба штока и поставлены пружины на закрывание.

пределах. Предусмотрена возможность включения и отключения вентилятора и подогрева как автоматическим так и вручную.

Каковы же экономические показатели плодохранилища? Сравнительные расчеты затрат на хранилище в 100 куб. м, пригодное для коллектива садоводов, и хранилище на 20 куб. м для индивидуального пользования подтвердили выгоду предложенного метода. Капитальные и эксплуатацион-

ные расходы на автоматизированную вентиляционную установку оказываются в десятки раз ниже, чем на фреоновый холодильный агрегат. Для хранилищ на 20 куб. м оплата годового расхода энергии в первом случае составляет меньше одного рубля, в то время как холодильная установка расходует энергии примерно на 100 рублей.

С увеличением объема удельные расходы понижаются, поэтому для коллек-

тивных садов целесообразно сооружать хранилища на 200—300 куб. м. В них можно заложить до 20—30 тонн фруктов и овощей.

Опыт эксплуатации показал, что качество плодов в плодохранилище с автоматизированной вентиляционной установкой не уступает хранению в плодохранилище с холодильной установкой, а при поддержании оптимального режима может оказаться более высоким.

Инженер Л. БАТУРИН.

## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### ЧИСЛОВОЙ РЕБУС

(№ 2, 1981 г.)

К сожалению, задача «Числовой ребус» (авт. Ю. Аленьков) составлена некорректно. Анализ пока-

зал, что она имеет 64 решения. Вот один из вариантов:

7850  
129670  
3850  
—  
141370

### ДВОИЧНЫЙ КОД

(№ 7, 1981 г.)

ЛУЧШЕЕ В РАГ ХОРОШЕГО  
00010010 01 01 011101 11 111011 1001 01 11 10.

# ЭМОЦИИ, СОН И ЗДОРОВЬЕ

Проблема соотношения эмоций, различных типов поведения и устойчивости организма к стрессу относится к числу наиболее актуальных в современной медицине и в науке о высшей нервной деятельности. Перед учеными стоит задача обобщить огромный фактический материал, полученный в многочисленных исследованиях, и создать теории, которые могли бы не только связать многочисленные разрозненные факты, но и обладали бы предсказующей силой, открывали бы новые направления исследования. Именно такая задача стоит перед участниками Международного симпозиума «Поисковая активность, мотивация и сон», который состоится в октябре этого года в Баку и соберет представителей различных специальностей: физиологов, врачей, биохимиков и психологов. Статья, предлагаемая вниманию читателей, знакомит с некоторыми проблемами, которые будут обсуждены на симпозиуме.

Доктор медицинских наук В. РОТЕНБЕРГ  
(И Московский медицинский институт имени И. М. Сеченова).

## КАКОЙ СТРЕСС ВРЕДЕН!

Общепризнано, что профилактическое направление должно стать основным в медицине. Но, чтобы успешно предотвращать развитие заболеваний, необходимо знать те наиболее общие причины, которые заставляют организм хуже сопротивляться действию вредного влияния.

Одной из главных таких причин считается эмоциональный стресс — состояние напряжения, вызванное неприятными переживаниями, такими, как гнев, тоска, тревога, страх, подавленность. В медицине существует целое направление — его называют психосоматической медициной, — объясняющее многие заболевания внутренних органов (например, язвенную болезнь, инфаркт и другие) не нашедшими выхода в поведении человека отрицательными эмоциями. Эти заболевания называют психосоматозами («сома» — по-гречески «тело»).

В основе любой отрицательной эмоции лежит какая-то неудовлетворенная потребность. У животных, например, это может быть потребность в пище, в безопасности или сексуальном удовлетворении. У человека отрицательные эмоции чаще связаны с более сложными неудовлетворенными потребностями, например, стремлением к самоутверждению. При этом, если у животных только внешние препятствия мешают удовлетворению эгоистических желаний, у человека такими препятствиями становятся воспитанные с детства социальные нормы поведения. Иначе говоря, главная причина возникновения эмоционального стресса у человека — это внутренний конфликт между одинаково сильными, но несовместимы-

ми друг с другом потребностями: эгоистическими и социальными.

Однако, как теперь установлено, неверно считать, что стресс всегда вреден и его надо любой ценой предотвратить. Прежде всего это нереально. Для достижения цели человеку приходится преодолевать препятствия и, следовательно, переживать эмоциональное напряжение. Но стресс не только неизбежен — гораздо существеннее, что он еще и необходим. И дело, конечно, не в том, что стресс, по образному выражению известного канадского ученого Г. Селье, основателя теории стресса, является острой приправой к повседневной пище жизни. Стресс, как утверждает тот же Селье, необходим потому, что активизирует приспособительные возможности организма (см. статью «Реакция здоровья», «Наука и жизнь» № 11, 1980).

Согласно классическому учению, при столкновении с опасностями стресс мобилизует, а потому «полная свобода от стресса равносильна смерти».

Полезное и вредное действия стресса в соответствии с этой концепцией соотносятся следующим образом: вначале наступает так называемая реакция мобилизации — организм приспосабливается к воздействию, вызывающему стресс, а затем, если оно продолжает действовать, наступает стадия истощения приспособительных возможностей организма, и развивается заболевание.

Но эти представления тем не менее не позволяют ответить на вопрос: в чем особый вред отрицательных эмоций, связанных с неудовлетворенной потребностью? Г. Селье в книге «Стресс без дистресса» сам подчеркивает, что даже самые крупные специ-



алисты не знают, почему «стресс рухнувшей надежды» со значительно большей вероятностью, чем стресс от чрезмерной мышечной работы, приводит к заболеваниям. Во всяком случае, представляется сомнительным, что стадия истощения наступает просто вследствие длительного действия неблагоприятного фактора. Жизненные наблюдения противоречат этому выводу.

Действительно, на фоне отчетливого и долго длившегося эмоционального стресса второй мировой войны количество психосоматических заболеваний не только не возросло, но даже уменьшилось. Еще более поразительно, что у многих узников концентрационных лагерей, болевших в мирное время, к моменту освобождения не было никаких признаков психосоматозов, но через некоторое время после освобождения они появились вновь.

Или же так называемые болезни достижения: соматические заболевания часто появляются после того, как достигнута желанная цель (такой целью может быть научная степень, должность или реализация творческих планов), если вслед за сверхцелью не ставятся другие задачи.

Таким образом, казавшиеся бесспорными положения, что отрицательные эмоции всегда вредны, а положительные всегда полезны, нуждаются в пересмотре. Ведь у человека, добившегося осуществления цели, причин для положительных эмоций безусловно больше, чем у узника концлагеря!

Экспериментальные исследования на животных также не дают однозначных результатов. Так, советские исследователи И. И. Вайнштейн и П. В. Симонов (Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР) показали, что электрическое раздражение зон мозга, ответственных за возникновение отрицательных эмоций, в одних случаях ухудшает течение экспериментально вызванного инфаркта миокарда, а в других — нет. Эти исследователи первыми обратили внимание на то, что все зависит от особенностей поведения животного. Если оно реагирует на неприятные ощущения активно — агрессивно или пытается убежать, — кровоснабжение сердца не ухудшается. В тех случаях, когда поведение становится пассивным, когда животное забивается в угол клетки и замирает, проявляя все признаки страха и беспомощности, течение экспериментального инфаркта значительно ухудшается. Такие же результаты получены при экспериментально вызванных у животных язвах желудочно-кишечного тракта, артериальной гипертензии, эпилепсии, нарушении сердечного ритма, аллергическом шоке.

Еще один тип поведения (наряду с бегством и агрессией) в большинстве случаев тормозит развитие патологического процесса. Это так называемое самораздражение. Если вживить электроды в зоны мозга, раздражение которых вызывает положительные эмоции, животное очень быстро обучается нажимать лапами на педаль и замыкать электрическую цепь, чтобы послать в эти зоны электрический ток. Животные охотно ведут такое самораздражение, замы-

кая и размыкая цепь десятки раз в минуту. И при этом сопротивляемость организма также оказалась высокой.

Что же общего между такими различными формами поведения, как бегство, агрессия и самораздражение? Почему они оказывают одинаково положительное воздействие на устойчивость организма к стрессу и вредным факторам?

Анализ этого вопроса, который мы провели с кандидатом биологических наук В. В. Аршавским (И МОЛГМИ), привел нас к предположению, что основное влияние на течение заболевания оказывает не знак эмоции — положительный или отрицательный, — а степень активности человека или животного в данной ситуации, или, как говорят ученые, степень выраженности поисковой активности в поведении.

Что такое поисковая активность? Это — стремление либо изменить ситуацию, либо изменить свое отношение к ситуации, при этом отсутствует уверенность в том, что поведение действительно приведет к изменению сложившихся обстоятельств. Когда человек (или животное) оказывается в состоянии, которое его не удовлетворяет, он или ищет способы его изменить, или капитулирует перед ним. Поиск выхода у животного проявляется в агрессии или бегстве. У человека столь явное и однозначное поведение наблюдается не так часто, для него обычны такие формы поисковой активности, как планирование определенного действия, предвкушение его результатов, переоценка ситуации.

Капитуляция представляет собой отказ от поиска и проявляется по-разному: животное иногда застывает в позе напряженного, боязливого ожидания, не предпринимая никаких попыток справиться с угрожающей ситуацией, в других случаях оно распадает на земле в беспомощной позе, которая называется «мнимой смертью». У человека состоянию отказа от поиска, как правило, соответствует депрессия, ощущение бессмысленности любых усилий, бесперспективности и безнадежности. Может при этом возникнуть состояние тревоги, связанное с ощущением неопределенной угрозы и предчувствием неминуемой катастрофы.

До сих пор мы говорили о поисковой активности и отказе от поиска, которые возникают при неудовлетворенности сложившейся ситуацией на фоне отрицательных эмоций. Но эти два типа поведения встречаются и при отсутствии отрицательных эмоций. Животное может постоянно искать возможность повторить приятные ощущения, вызванные раздражением мозга, — и тогда возникает описанное поведение активного самораздражения. Перед человеком, добившимся поставленной цели и вполне довольным своим нынешним положением, открываются две возможности: он может либо ставить перед собой новые задачи (как это обычно происходит, например, в процессе творчества), либо успокоиться на достигнутом. Но именно в этом последнем случае, при добровольном отказе от дальнейшего поиска, и развиваются вдруг «бо-



лезни достижения», психосоматозы, или депрессия, способная привести даже к самоубийству. В то же время, если человек принимается за решение новых, пусть даже очень трудных проблем, его здоровье остается сохранным, хотя в процессе решения этих проблем он может периодически испытывать горечь неудач.

Итак, основной фактор, влияющий на здоровье, — не эмоции, а характер поведения, наличие или отсутствие поисковой активности. Можно смело сказать, что лучше испытывать неприятные переживания, стимулирующие к поиску, чем находиться в ослабленном состоянии пассивного удовлетворения собой и всем миром.

Высокая поисковая активность играет важную биологическую роль, повышает устойчивость организма к вредным воздействиям и стрессам. Врачи, самоотверженно работающие при эпидемиях особо опасных инфекций, часто оказываются к ним невосприимчивыми; матери — единственные кормилицы семей, несмотря на часто трудную работу, болевают реже, чем незанятые женщины, хорошо материально обеспеченные; ученый, систематически жертвующий полноценным отдыхом ради творчества, становится долгожителем. Состояние здоровья в старости также в большой степени зависит от уровня активности. Известно, как быстро наступает одряхление у активных людей после выхода на пенсию, если они не находят выхода своей активности.

Концепция поисковой активности позволяет предположить, что даже при длительном стрессе стадия истощения не обязательно следует за стадией напряжения. Возможно, стадия истощения исходит только тогда, когда поисковая активность сменяется отказом от поиска.

О мозговых механизмах поискового поведения известно пока довольно мало. Во всяком случае, вряд ли можно связывать эту форму поведения с активностью какой-то определенной области мозга. В последние годы внимание многих исследователей привлечено к биохимическим процессам, происходящим в мозге. Есть основания полагать, что поисковая активность связана с содержанием в мозге норадреналина. В пользу этой гипотезы свидетельствуют такие наблюдения.

Когда у крыс с помощью регулярных неустрашимых электрических шоков вызывают состояние беспомощности, которое выражается в полной утрате какой-либо активности, уровень норадреналина в мозге снижается по сравнению с теми животными, которые активно реагируют на шоки. Стоит ввести фармакологические препараты, предотвращающие снижение мозгового норадреналина, как поведенческая активность в стрессорной ситуации сохраняется.

Эта гипотеза согласуется также с той точкой зрения на природу депрессии, согласно которой большую роль в происхождении депрессии играет уменьшение мозговых катехоламинов, — а норадреналин является одним из них. У людей, погибших в состоянии тяжелой депрессии, мозг обеднен норадреналином.

Отказ от поиска опасен для организма, но существуют механизмы защиты от этого состояния. Важнейший из них связан со сном. Роль сна для сохранения и восстановления здоровья, работоспособности и душевного равновесия известна давно. Это нашло отражение в народной мудрости: «Утро вечера мудренее», «С горем переспать — горя не видать». Однако ясных научных представлений о механизмах действия сна до недавнего времени не было. Хотя начиная с глубокой древности философы и придавали особое значение сновидениям, трактовка этого феномена в большинстве случаев носила идеалистический, часто даже мистический характер.

Но появились методы регистрации биоэлектрической активности мозга — электроэнцефалография — и активности одиночных нейронов (с помощью микроэлектродов), возникли новые методы биохимических исследований, и представления о физиологии сна стали быстро развиваться. В настоящее время известно, что сон — это не единое состояние, а сложная совокупность как минимум двух качественно различных состояний — так называемых фаз медленного и быстрого сна.

Весь ночной сон состоит из нескольких циклов, каждый из которых начинается с поверхностных стадий медленного сна, затем медленный сон становится глубоким, а завершает цикл быстрый сон. У здоровых людей, живущих в нормальном ритме, глубокий медленный сон преобладает в первых двух циклах, а быстрый — в последних.

Именно при пробуждении из быстрого сна здоровые испытываемые, как правило, отчитываются о только что увиденных сновидениях. У здоровых людей от 20 до 50 лет быстрый сон занимает в среднем 22 процента от общей длительности сна. Принципиально так же организован сон у высших животных, хотя соотношение между медленным и быстрым сном у различных представителей животного мира различно.

Рамки настоящей статьи не позволяют остановиться на всех гипотезах, относящихся к функции сна. Но функция быстрого сна имеет непосредственное отношение к обсуждаемой проблеме. Анализ результатов, полученных в отделе психофизиологии и психодиагностики I Московского медицинского института и во многих других лабораториях, показывает, что длительность быстрого сна меняется. Меняется в зависимости от особенностей психического состояния и поведения человека во время бодрствования, которое предшествовало сну. Так, после очень высокой активности и маниакального возбуждения быстрый сон уменьшается. Напротив, депрессия и невротическая тревога эту стадию сна нередко увеличивают (во всяком случае, почти всегда здесь возрастает потребность организма в быстром сне).

Видный исследователь сна профессор Хартманн (США) изучал сон так называемых малоспящих — здоровых людей, которым для хорошего самочувствия и высокой



работоспособности достаточно 5—6-часового сна, и долгоспящих, которым для такого же самочувствия необходимо не менее 9 часов сна. И выяснил, что структура их сна, то есть относительная продолжительность отдельных его стадий у этих людей, различается: у долгоспящих значительно преобладает быстрый сон.

Малоспящие оказались людьми энергичными, активно преодолевающими жизненные трудности, не склонными к фиксации внимания на неприятных переживаниях, и то время как долгоспящие были людьми очень чувствительными к неприятностям и склонными к кратковременным тревожным и депрессивным реакциям. Вместе с тем во многих исследованиях показано, что если здоровым испытуемым не давать спать в быстром сне (пробуждать их при каждом наступлении этой фазы), эти испытуемые становятся более тревожными.

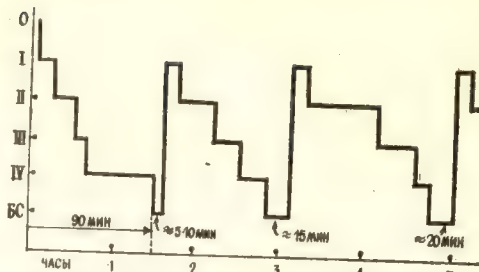
Сопоставление всех этих данных позволяет предположить, что большая продолжительность быстрого сна у долгоспящих (то есть у людей с повышенной чувствительностью) предотвращает углубление тревожных и депрессивных реакций и дает возможность этим людям оставаться в границах психической нормы.

В экспериментах, проведенных В. В. Аршавским, показано, что после пассивно-оборонительного поведения у животных во сне возрастает доля быстрого сна, а после активного поискового поведения — будь то самораздражение, агрессия или бегство — доля быстрого сна уменьшается.

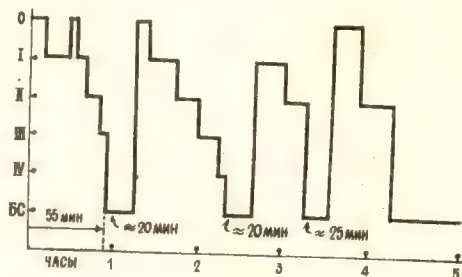
Анализ всех этих фактов позволил мне предложить гипотезу, суть которой коротко формулируется так: во время быстрого сна и сновидений осуществляется своеобразная поисковая активность, компенсирующая биологически вредное состояние отказа от поиска во время бодрствования.

Эта гипотеза хорошо согласуется с результатами экспериментов одного из крупнейших современных исследователей сна, профессора Мишеля Жувэ (Франция). М. Жувэ обнаружил во время быстрого сна особую электрическую активность (так называемый тета-ритм) одной из структур мозга (гиппокампа). Между тем тета-ритм гиппокампа всегда сопровождает поисковое поведение во время бодрствования.

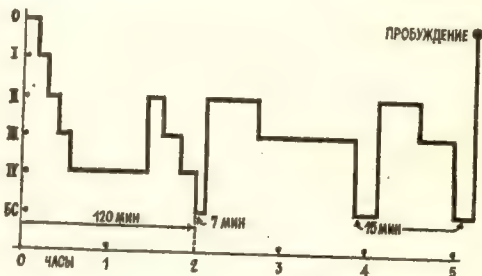
Другой эксперимент М. Жувэ дает еще более прямое подтверждение мысли о том, что во время быстрого сна и сновидений совершается поисковая активность. Животных разрушали нейроны так называемого «голубого пятна» — образования в стволе мозга, которое обеспечивает падение мышечного тонуса во время быстрого сна. Благодаря такому падению мышечного тонуса животное в естественном состоянии при наступлении быстрого сна расплывается на земле и остается неподвижным — движутся только глазные яблоки под опущенными веками. Но когда «голубое пятно» разрушено, мышечный тонус с наступлением фазы быстрого сна не падает, и кошки начинают вести себя странно — так, как если бы они участвовали в собственных сновидениях: их глаза остаются закрытыми, но они подыма-



Так графически можно изобразить сон здорового человека при эмоциональном равновесии: 0 — бодрствование, I — дремота, II — поверхностный сон, III—IV — глубокий сон, БС — быстрый сон.



Сон при тревоге и депрессии (отказ от поиска). Быстрый сон наступает скорее, и его доля растет. Но при повышенной тревоге и депрессии человек начинает просыпаться из всех стадий сна, при этом сокращается именно глубокий сон.



Сон, характеризующий высокий уровень поисковой активности человека. Быстрый сон наступает позже и занимает меньше времени. Сон у таких людей, как правило, занимает 5—6 часов.

ют голову, встают, начинают двигаться по помещению, словно бы отыскивая что-то, бросаются лизать и царапать пол, иногда бросаются на несуществующую жертву или панически убегают от несуществующей опасности. Профессор Жувэ подчеркивает здесь яркую выраженность всех основных компонентов поиска.

Представления о роли быстрого сна, как бы компенсирующего отказ от поиска, хорошо согласуется с гипотезой ряда ученых о том, что во время быстрого сна происходит восстановление растроченных в период бодрствования мозговых катехоламинов. Поскольку уменьшение количества мозговых катехоламинов наиболее характерно для состояния отказа от поиска, понятно, что компенсация этого состояния должна сопровождаться повышением уровня катехоламинов.

Но что же это за поиск, который происходит в быстром сне у человека и который компенсирует отказ от поиска в период бодрствования? Мы полагаем, что у человека это поиск взаимного примирения конфликтующих мотивов, зашифрованных в виде образов в сновидениях. Если мотивам удастся «договориться» друг с другом на особом языке образов сновидений, то исчезает основная предпосылка для развития

невротической и психосоматической патологии.

Если в быстром сне компенсируется состояние отказа от поиска, тогда естественно предположить, что до тех пор, пока сон успешно выполняет свою функцию, здоровье должно оставаться сохранным. И наоборот: неполноценность системы «быстрый сон — сновидения» — важное звено в механизме возникновения многих болезней. Например, при неврозах количество сновидений, переживаемых во время быстрого сна, уменьшено, хотя потребность в них велика. Имеются и некоторые другие объективные признаки неполноценности быстрого сна — нет типичного для здоровых учащения пульса в этой стадии и т. д. Аналогичные результаты получены у больных с различными психосоматозами.

Итак, по количеству быстрого сна в ночном сне, по степени потребности в нем можно судить о характере нашего состояния и качестве эмоционального напряже-

Вести из лабораторий

## ВИРУСЫ ПРОТИВ ВИРУСОВ

Известно, что самый эффективный метод борьбы с вредными организмами — это биологический. Например, для уничтожения насекомых-вредителей успешно применяются другие насекомые, хищные или паразитические. Данный метод по своей действенности не идет ни в какое сравнение с химическим, который, кстати сказать, обладает рядом нежелательных побочных эффектов.

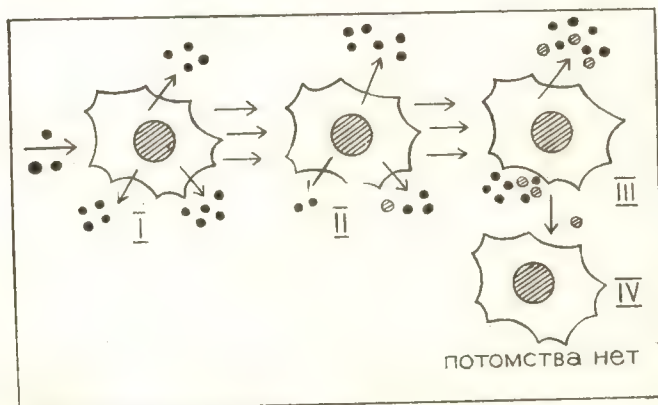
Недавно американским ученым удалось продемонстрировать нечто подобное в борьбе с мельчайшими единицами живого вещества, а именно — вирусами,

доставляющими человечеству немало неприятностей.

Внутриклеточные паразиты — вирусы способны размножаться, лишь проникая внутрь клеток хозяина и используя их биохимические механизмы. В процессе рождения новой вирусной частицы может произойти случайная потеря части генетической информации, и тогда в возникшем потомстве окажутся неполноценные, дефектные и, следовательно, неинфекционные вирусы. Однако такие вирусы прекрасно размножаются в клетке, атакуя ее вместе со своими инфекционными «родителями». Они просто-

напросто паразитируют на них, забирая у них необходимые для образования потомства компоненты, тем самым значительно сокращая размножение тех, кому, собственно говоря, обязаны жизнью. Заметим, что, используя для размножения чужие биохимические механизмы, дефектные вирусы не восполняют этим дефект своей генетической организации. Их копии остаются такими же дефектными. Таким образом, они паразитируют на нормальных вирусах точно так же, как те на клетках.

Заманчиво было бы использовать такое их поведение для борьбы с вирусными инфекциями. Действительно, стоит больному принять определенную дозу дефектного вируса, и...



Затухание вирусной инфекции при возникновении дефектного вируса. Полноценный вирус попадает в клетку и размножается в ней (I). Выйдя из клетки, вирусы заражают другие клетки, но при размножении появляется несколько неполноценных вирусных частиц (II, заштрихованный кружочек). В дальнейшем этот дефектный вирус размножается, используя части генетического аппарата нормальных вирусов (III). Наконец, те клетки, куда попал только дефектный вирус, остаются здоровыми — инфекция иссякла.



ния во время бодрствования. Если потребность в быстром сне у человека повышена, то его эмоциональное напряжение отражает состояние отказа от поиска, и это напряжение необходимо снизить с помощью медикаментов. При снижении функциональных возможностей быстрого сна, то есть при «поломке» компенсаторного механизма, могут появиться клинические признаки невроза или соматических расстройств.

Если же эмоциональное напряжение сочетается со снижением потребности в быстром сне, то это означает, что во время бодрствования доминирует активное поведение, и тогда нет нужды применять лекарства. Более того, лекарственные воздействия могут оказаться вредными, они препятствуют мобилизации, необходимой для благополучного преодоления препятствий в процессе достижения цели. Известно, что одни люди перед ответственными выступлениями или экзаменами обязательно должны принять небольшую дозу успокоительных препара-

тов, потому что волнение мешает им сосредоточиться, тогда как для других это совершенно противопоказано, ибо лекарство уменьшает волнение, но делает человека вялым и безынициативным. Не всякий эмоциональный стресс вреден и не всякое эмоциональное напряжение надо уменьшить, а только такое, которое отражает состояние отказа от поиска.

Теперь легко понять, почему не оправдали себя надежды на целебный сон, вызываемый снотворными препаратами. Дело в том, что большинство снотворных, особенно барбитураты, уменьшают фазу быстрого сна. Но поскольку эта фаза важна для адаптации, то ее подавление вредно для организма.

Таким образом, по структуре сна и особенностям сновидений можно судить о степени поисковой активности и о возможности организма компенсировать отказ от поиска. Оценка этих возможностей чрезвычайно важна для профилактики самых различных заболеваний.

он здоров, инфекции как не бывало!

Однако мы должны сразу же оговориться, что идея эта базируется всецело на поведении вирусов в культуре клеток, а каким будет их поведение в клетках живого организма, точно сказать пока еще нельзя. Тем не менее опыты, проведенные в США и Англии на мышах, дали неожиданные и блестящие результаты.

Для эксперимента был взят вирус, выделенный в 1944 году в Уганде. Он не вызывает заболеваний у человека, но у мышей вызывает энцефалит.

Все мыши получили летальную дозу инфекционного вируса через нос (при этом способе заражения вирус быстро проникает в мозг), и группа «А» погибла через три—пять дней от энцефалита, в группе «Б» мыши наряду с инфекционным вирусом получили дозу дефектного вируса, и, к огромной радости экспериментаторов, около 50% животных остались здоровы. Дефектный вирус был получен путем облучения зараженной культуры ткани ультрафиолетом. Так как дефектные вирусы меньше

нормальных, кванты облучения реже попадают в них, а убивают в основном нормальных вирусов. Третья группа, «В», была контрольной: она получила вместе с летальной дозой инфекционного вируса дозу этого же самого вируса, но убитого облучением, в количестве, точно соответствующем таковому дефектного вируса, введенного группе «Б». В этом случае погибло 90% животных.

Интересно, что мыши выздоравливали только в том случае, если получали инфекционный и дефектный вирус одновременно. Стоило ввести смертельный агент раньше хотя бы на несколько часов, и последующее введение дефектного вируса не спасало от гибели.

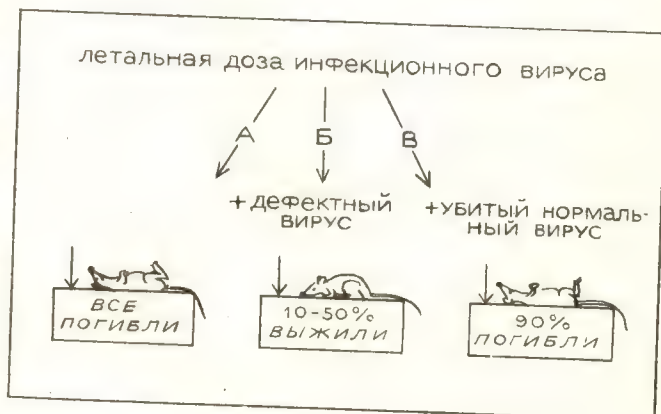
Это, конечно, затруднит практическое применение метода. Каждая вирусная инфекция может быть вылечена только своим специфическим дефектным вирусом, «чужак» не будет вмешиваться в ее дела.

«То, что было сделано, — говорят ученые, — лишь первый шаг к решению данной проблемы. Однако в ближайшие три года мы надеемся дать точный ответ на вопрос, могут или нет дефектные вирусы стать главным средством лечения людей и животных».

Ну что ж, может быть, пройдет какое-то время и такое понятие, как вирусная инфекция, канет в Лету.

По материалам журнала «Спектр».

Схема опыта, в котором было доказано предохраняющее действие дефектного вируса.



# ПРИСЛУШИВАЯСЬ К МЕТАЛЛУ

Профессор, доктор технических наук  
В. МОРГНЕР (ГДР).

Растрескивание льда дает о себе знать далеко слышимым громоподобным звуком. Ломая деревянную палку, сначала мы слышим хрустящий звук, который возникает при разрыве первых волокон — до того момента, когда раздается громкий треск, сопровождающий окончательное разламывание. А как обстоит дело у металлов? Уже давно было известно, что при деформации олова возникают звуки — так называемый «оловянный хруст». Каждый может убедиться в этом сам, сгибая оловянный прут около уха. Эти звуки возникают в результате происходящего в кристаллической решетке олова процесса превращения, протекающего с образованием так называемых двойниковых кристаллов, но при этом не происходит никакого повреждения самого деформируемого материала.

Тридцать пять лет тому назад наука узнала, что подобные звуки могут возникать также и в других материалах при механическом напряжении, если достигнута граница предельно допустимой нагрузки. Правда, используемые шумы находятся за пределами диапазона слышимости. Они располагаются в диапазоне ультразвуковых частот, приблизительно в 5—20 раз выше, чем самый высокий звук, который мы еще способны слышать. Эти звуковые сигналы, однако, исключительно слабы: их акустическая мощность всего  $10^{-9}$  Вт. Для сравнения: человеческий голос при обычном разговоре имеет мощность приблизительно  $10^{-5}$  Вт.

Только новейшая электроника позволила улавливать и анализировать звуки, возникающие под нагрузкой. В качестве приемников звуков колебаний используются пьезоэлектрические кристаллы, соединенные с маломощными усилителями, которые усиливают эти звуковые сигналы в сто тысяч — миллион раз.

Сейчас известно, что звуки возникают в металле не только при механической деформации, но также при образовании течи в резервуарах для жидкостей и газов, сварке, при коронных разрядах на высоковольтных установках, при кипении, химических реакциях и, наконец, при закалке стали. Особенно сильное звукоизлучение возникает при образовании трещин в твердых телах. Даже субмикроскопические и не представляющие еще совершенно никакой опасности микротрещины интенсивно излучают звук.

С помощью звука мы можем сейчас точно изучать как возникновение трещин, так и их последующее распространение. Это

особенно важно в тех случаях, когда нужно проверить предел допустимой нагрузки напорных резервуаров, не разрушая их при этом, как делалось до сих пор. Легко можно представить, какая экономия денежных средств окажется возможной, когда эта методика достигнет полного развития. Наряду с экономией материальных средств применение этого метода позволит повысить надежность агрегатов и их отдельных компонентов, которые подвергаются действию высокого давления. Особо важное значение имеет анализ звукового излучения при надзоре за реакторами атомных электростанций.

Можно поискать точную локализацию источника звуков, чтобы произвести в надлежащем месте ремонт, прежде чем что-то случится. Если, например, при обследовании резервуара высокого давления будет установлено, что он при повышении напора не излучает никаких звуковых сигналов, то этот резервуар можно продолжать использовать вплоть до следующего срока обследования. Поиски источника звуков вполне можно сравнить с поисками эпицентра землетрясения. В различных точках контролируемого напорного резервуара укрепляются приемники звуковых колебаний.

Более тридцати различных предприятий ГДР пользуются услугами хорошо зарекомендовавшей себя измерительной станции, которая организована молодыми исследователями Высшего технического училища Магдебурга. Как приемник звука используют пьезоэлектрический преобразователь принятого в ГДР стандартного типа с резонансной частотой около 140 кГц. Сигналы усиливаются предусилителем. Затем следует полосовой фильтр, который пропускает только сигналы частотой 100—300 кГц, после чего они поступают на мощный усилитель. Изменяемый порог срабатывания дискриминатора позволяет производить сортировку сигналов по их амплитудам. Для регистрации импульсов служит осциллограф или счетчик с печатающим устройством. Интенсивность звукового излучения (число импульсов в единицу времени) можно записывать с помощью регистратора плотности импульсов. С помощью вспомогательного микропроцессора можно по разнице во времени прихода сигналов, поступающих от различных звукоприемников, определять с точностью приблизительно до 5 см место начала образования трещины в исследуемом материале.

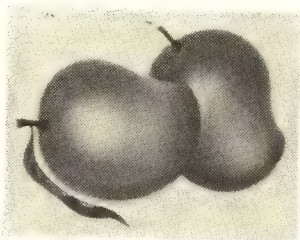
В современных испытательных лабораториях Высшего технического училища в Магдебурге анализ этих звуковых явлений стал незаменимым методом, без которого невозможно изучать процесс возникновения и распространения трещин при различных нагрузках. При испытании на усталость, коррозионном растрескивании под напряжением, во время статических испытаний на растяжение, выполняемого на надрезанных образцах, и при других испытаниях анализ звукового излучения дает весьма точные результаты. Молодежный коллектив Высшего технического училища в Магдебурге проконтролировал на утечку химический ре-



21.

САНТРА (75%) + ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ (15%) + СЕРА (10%)

23.



25. Почка (Муррей, 1954); печень (Старцл, 1963); легкое (Харди, 1963); сердце (... 1967).

27. «Здоровыми, сильными и красивыми удались сыновья царя Дашаратхи, а старший, царевич Рама, превосходил своих братьев разумом, красотой и силой. Глаза у него были розовые, губы — малиновые, голос — зычный, плечи и руки — могучие, как у льва» (пересказ Э. Темкина и В. Эрмана) (эпический цикл).

28.

?



29 (материал).



ПО ВЕРТИКАЛИ

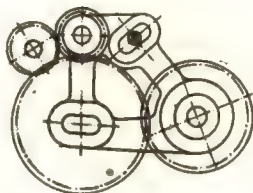
1. «Нелегкий бег — вот первое мое. / Спасенье в беге ищет и мое второе, кстати. / А третье — просто буква. Без нее / Не завершится то, чем вы увлечены, читатель» (вид загадки).

2. Удар обдуман. С Кочубеем Бесстрашный... заодно. И оба мыслят: «Одолеем; Врага паденье решено». Но кто ж, усердием пламеней, Ревнуя к общему добру, Донос на мощного злодея Предубежденному Петру К ногам положит не робея?»

3.

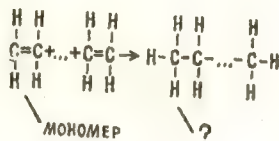


4 (устройство).



6. Повар — кок, ларь — рундук, кухня —...

11.



12. (форма).



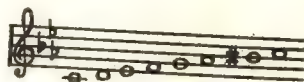
13.



14 (государство).

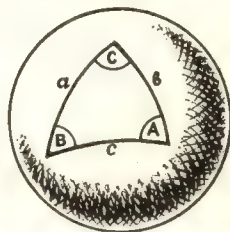


15 (лад).

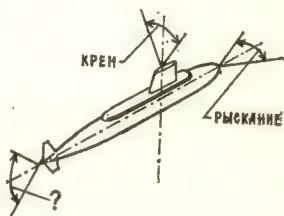


16 (автор).

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} = \frac{\sin \frac{A - B}{2}}{\sin \frac{A + B}{2}} \cdot \operatorname{tg} \frac{C}{2}$$



20.



22.

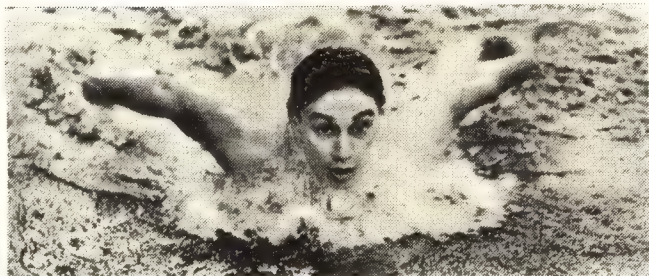


24. 1. е2—е4 е7—е5 2. f2—f4 (вид дебюта).

25. Король лакея своего Назначит генералом, Но он не может никого Назначить честным майым.

(Перевод С. Маршана) (автор).

26. Плечо — рамо, правая рука — десница, левая рука — шуйца, ладонь —...



## СКОЛЬКО СУЩЕСТВУЕТ СПОСОБОВ ПЛАВАНИЯ

**В. ЛОПУХИН, старший преподаватель  
Института физкультуры.**

Человек в наше время достиг поразительных результатов в плавании. На коротких расстояниях лучшие спортсмены проплывают за 1 секунду до 2 метров. Рекордное время на дистанции 100 м вольным стилем составляет 49,8 сек. Не менее удивительны результаты дальних проплывов. И. Файзулин в 1953 году проделал 200 км по Амуру за 26 час. 8 мин. 30 сек. За рубежом популярны проплывы через пролив Ла-Манш шириной 32 км. В 1961 году А. Альбертоне переплыл Ла-Манш в двух направлениях без остановки за 43 часа 10 минут. А тренировочные нагрузки современных пловцов — это около 25 километров в день и более 3000 километров в год, причем проходят они эти дистанции с большой скоростью.

В спорте сейчас наиболее распространены четыре способа плавания: кроль на груди, кроль на спине, дельфин и брасс. Однако они далеко не исчерпывают всего многообразия.

Если обратиться к истории спортивного плавания, то можно видеть, как постепенно возникали новые, более скоростные способы. С первых официальных соревнований по плаванию 1778 года в Англии пловцы применяли только способы брасс и на боку без выноса

рук. Первые рекордные достижения были показаны в брассе. Брассом в 1875 году М. Вебб впервые переплыл Ла-Манш.

Конкуренцию брассу составил способ на боку, развившийся после того, как англичане заимствовали у жителей Индии подъем верхней руки над водой. Так возник «овер арм строк». В 1873 году появился новый способ, завезенный в Англию из Южной Америки Д. А. Тредженом и названный его именем. В способе треджен (у нас его называют «саженками») пловец плавает на груди, держа голову над водой, руками попеременно выполняет гребки и выносит их вперед над поверхностью воды. Во время гребка одной из рук ногами выполняет движение, как в брассе. В начале 1900-х годов в треджене стали применять более эффективное движение ног — «ножницы».

В этот же период на арене выступил новый, более совершенный способ плавания — кроль. Вот как описывал его известный пловец того времени Ч. Дannelьс: «Это способ, который специалисты называют способом будущего, представляет собой сочетание укороченного гребка руками и удивительной работы ног, которую австралийцы увидели у жителей островов южных морей. Движения ног не могут быть названы толчком. Это — беспрерывные попеременные движе-

ния ног с небольшим сгибанием и разгибанием их в колене»...

Первым, кто продемонстрировал этот способ на соревнованиях, был А. Викхем, родившийся на Соломоновых островах и научившийся этому способу у местных жителей. Как это ни странно, Викхем еще в 1898 году плавал почти современным шестиударным кролем, но к концу дистанции он выдыхался, и поэтому ему не подражали. Впервые (1902—1904 гг.) успешно применили кроль на соревнованиях Р. Кэвиль и Ч. Дannelьс, но они плавали с двухударной работой ног, при которой на гребок каждой руки приходилось одно движение ноги. Более совершенную технику с четырехударной координацией (на полное круговое движение одной руки выполняется четыре удара ногами — по два правой и левой) применил Д. Каханамоку, ставший чемпионом V Олимпийских игр. Неоспоримые же преимущества шестиударного кроля были доказаны рекордными достижениями 1922—1940 годов американского пловца Д. Вайсмюллера.

В 1912 году кроль был успешно использован Г. Гебнером в плавании на спине и после этого полностью вытеснил применявшийся до этого брасс на спине.

Когда М. Вебб переплыл в 1875 году Ла-Манш за 21 час. 45 мин., он пользовался способом брасс. В 1926 году Гертруда Эдерле переплыла этот канал за 14 час. 31 мин., то есть более чем на 7 часов быстрее. Она плыла кролем.

Рассматривая вопрос о том, как будут плавать в будущем, Л. В. Геркан в 1925 году писал: «Может ли современное плавание пережить еще один такой этап, который создал бы эпоху в плавании, как это сделали «ножницы» в кроле? Сомневаюсь, ибо тренеры всего мира уже около десятилетия изучают эту проблему со всех сторон, и мне кажется, что теперь остается только работать над полученными достижениями и оставить всякую надежду на какое-нибудь сенсационное

● **ЛЮБИТЕЛЯМ СПОРТА  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭРУДИЦИИ**



открытие в эволюции плавания». К настоящему времени эти прогнозы оправдались только в отношении кроля, в брассе же произошли поистине сенсационные изменения.

Изменение техники брасса объяснялось недостаточным строгим ограничением движений в прошлых правилах соревнований. На Олимпиаде 1928 года Т. Индельфонсо показал высокий результат в плавании брассом, применив гребок руками до бедер, а в 1954 году М. Петрусевич установил рекорд мира, переплыв часть дистанции под водой. Так возник «ныряющий брасс»; в котором в дальнейшем стали применять гребок до бедер. Этот способ со всей очевидностью можно считать более скоростным вариантом брасса, хотя в связи с изменением правил соревнований в 1957 году его применение стало невозможным, он прекратил свое спортивное существование и перестал совершенствоваться.

Еще более существенным изменением техники явилось выполнение подготовительного движения в способе брасс не под, а над водой (в то время правилами соревнований это не запрещалось). В 1935 году эту разновидность брасса, получившую название «баттерфляй», успешно применил, побив мировой рекорд в плавании брассом, американец Д. Хиггинс. Дальнейшее совершенствование этого способа связано с именами выдающихся советских пловцов С. Бойченко и Л. Мешкова.

Следующим новшеством явилось волнообразное движение сомкнутыми вместе ногами. Впервые такой способ и рекордную для баттерфляя скорость продемонстрировал в 1935 году Д. Зиг, а в 1953 году Тупмен. Так возникла более скоростная разновидность баттерфляя — дельфин. По мере совершенствования способа дельфин баттерфляй перешел в разряд устаревших и на соревнованиях теперь не применяется.

Несмотря на очевидные преимущества кроля на спине, делались попытки при-

менить и другие способы в плавании на спине. В 1936 году Ж. Вильпион указывал, что английский тренер Х. Джонс достиг больших результатов в новом способе плавания, называемом «скрю бэкстрок». Пловец лежит на спине и выполняет гребок двумя руками вместе, то с правой, то с левой стороны тела, ноги при этом работают способом кроль. В 1966 году в спортивной печати сообщалось об успешной попытке применить способ дельфин в плавании на спине. Однако, как и предыдущий способ, дельфин на спине не получил распространения, так как рекордные результаты достигнуты не были. Слишком высоко совершенствовался в своей эволюции кроль на спине.

Кроме канонизированных спортивных стилей, существует большое разнообразие специальных приемов, которые используются, например, в художественном плавании или в играх на воде.

В игре водное поло применяются видоизмененные варианты кроля на груди и на спине, а также брасс и способ на боку. Треджен, брасс на спине, баттерфляй и дельфин, а также различные комбинированные способы применяются редко, но ватерполисту необходимо ими владеть. Кроме того, в водном поло применяются специальные приемы плавания: переходы от плавания одним способом к другому, плавание на месте, выпрыгивание из воды, отвал, ходьба в воде, старт, повороты и перевороты, приподнимание из воды, останки, финты.

При обучении и тренировке применяются разнообразные плавательные упражнения, которые также можно считать способами плавания. Это плавание только с помощью ног или рук. Или же, когда движения рук и ног выполняются разными способами.

Для того, чтобы определить все возможные способы плавания, потребовалась разработка классификации. Применение методов комбинаторики позволило определить их общее число: оно превышает  $5 \cdot 10^5$ .

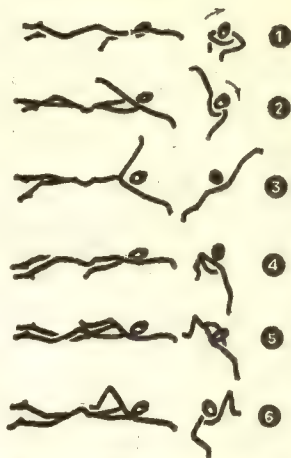


Схема движений при плавании кролем с вращением. Движения рук и ног, как в кроле. Гребок рукой идет строго под продольной осью тела, которое как бы поворачивается над гребущей в прямом направлении (спереди назад) рукой. При положении на спине, когда лицо над водой, пловец совершает вдох; выдох он выполняет при положении на груди в воду. Проходя положение на боку, удар ногами рационально делать с большой амплитудой.

Чтобы не утомлять описанием всех  $5 \cdot 10^5$  вариантов, укажем лишь на один новый — кроль с вращением, опробовав который можно ощутить все головокружительное многообразие возможностей. Пловец, находясь в горизонтальном положении у поверхности воды, с каждым гребковым движением поворачивается на  $180^\circ$  вокруг продольной оси тела. Кроль с вращением позволяет развить скорость (на уровне 1-го спортивного разряда), равную скорости плавания кролем на спине, но имеет большие потенциальные возможности совершенствования техники.

В заключение перечислим наиболее эффективные способы плавания.

1. Брасс.
2. Брасс с гребком двумя руками до бедер.
3. На боку.
4. Баттерфляй.
5. Треджен.
6. Дельфин.
7. Кроль на груди.
8. Кроль с вращением вокруг продольной оси тела.
9. Кроль на спине.
10. Способ на спине с гребком двумя руками сбоку тела.
11. Брасс (баттерфляй) на спине.
12. Дельфин на спине.



● Одна из достопримечательностей Женевы — гигантский фонтан, струя которого бьет на высоту 140 метров. Когда он впервые был открыт в прошлом столетии, высота фонтана была вполне скромной — 15 метров. Новый насос, поставленный в 1895 году, обеспечил девяностометровую струю. Нынешний же «потолок» водомета существует с 1947 года. В секунду из сопла фонтана вылетают 500 литров воды со скоростью 200 километров в час. Гигантский фонтан может представлять опасность для лодок, плавающих в озере, и для людей, гуляющих по набережной, — достаточно внезапного порыва ветра, и струя может изменить направление. Поэтому за фонтаном ведется постоянное наблюдение.

● На лестницах нью-йоркского небоскреба «Эмпайр стейт билдинг» состоялись соревнования по бегу. Первым добрался до финиша на 86-м этаже марафонец Пит Скуайрс. За 10 минут 59 секунд он преодолел 1575 ступеней.



● В окрестностях Праги находится большой ботанический сад: на его 250 гектарах растут представители флоры из очень многих стран мира. В расположенном на территории сада старинном замке работает ботаническая лаборатория Академии наук ЧССР. Здесь хранится одна из крупнейших в мире коллекций шишек и семян хвойных растений.

● В море у японского города Кобе построен искусственный остров площадью 436 гектаров. Основой для острова послужила торчавшая из моря скала. На острове открыта выставка, которая должна продемонстрировать образцовый приморский город близкого будущего, не воюющий с природой, а

гармонично сливающийся с ней. Здесь построен самый современный контейнерный порт Японии, жилые кварталы, отель, больница, бесшумная монорельсовая дорога, управляемая компьютером и способная перевезти за час 10 000 пассажиров.

Сейчас около Кобе планируется строительство второго искусственного острова. Городу, зажатому на узкой полоске между морем и горами, не хватает места.

● Гюнтер Райхельт, член добровольной пожарной команды города Розенхайм (ФРГ), собрал самую большую в стране коллекцию пожарных касок. В ней 93 экспоната из 28 стран. Самой старой каске около 200 лет.



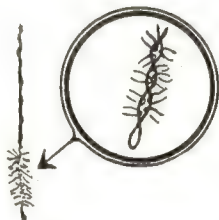


Чтобы голенища женских сапожек не падали на пол в передней, В. Мазо (с. Елань-Колёно) советует скреплять их прищепкой.

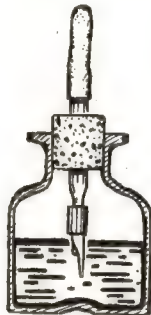


При глажении синтетических тканей на горячем утюге образуется трудноудаляемый коричневый налет. М. Румянцев (г. Ленинград) советует для удаления налета слегка нагреть утюг и протереть его влажной тряпочкой с порошком для чистки раковин «Чистоль». Ту же проблему Ю. Павлов (ст. Новотроицкое) решает с помощью порошка пищевой соды.

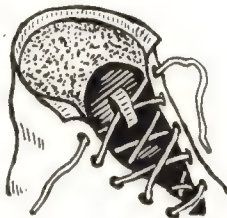
Для прочистки сливных труб в квартире обычно используют гибкий стальной трос. М. Котенко (г. Вологда) предлагает вставить между жилами в начале троса 10—12 скобочек, согнутых из упругой проволоки. Получившийся ершик хорошо счищает загрязнения, а конец троса, приподнятый на скобках, легко проходит изгибы труб.



Наполнение рейсфедера тушью можно облегчить и ускорить, если воспользоваться приспособлением из медицинской пипетки, резиновой трубочки и пера, предложенным М. Насыровым (г. Нижнекамск).



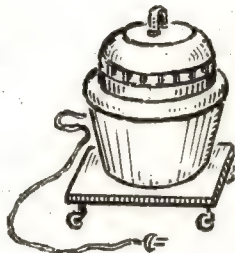
У обуви с длинным язычком, особенно спортивной, язычок часто сползает в сторону, придавая ботинкам неряшливый вид. Для устранения этого недостатка А. Войвод (г. Новосибирск) рекомендует сделать в язычке два надреза, в которые пропускаются шнурки.



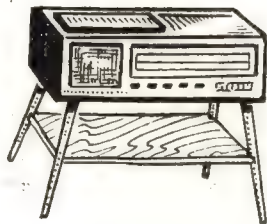
Журнал «Наука и жизнь» неоднократно печатал на своих страницах описание противогололедных приспособлений. Вот еще одно, предложенное Н. Глебовой (г. Тольятти). Она советует приклеивать к подошвам и каблукам обуви кусочки водостойкой наждачной бумаги на тканевой основе. Приклеенные водостойким

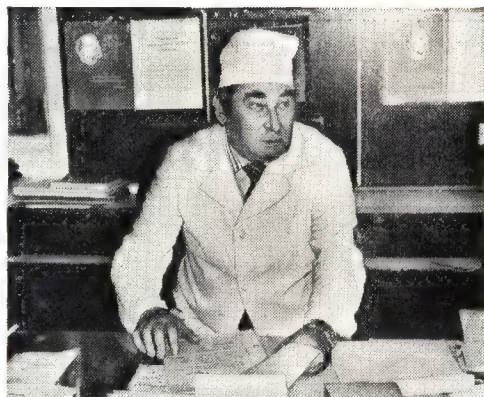
клеем (резиновым, Н-88 и др.), они прослужат несколько гололедных дней.

А. Баев (г. Москва) предлагает пылесосы старых моделей устанавливать на подставку, снабженную мебельными колесиками. Пылесос будет легко передвигать, что делает уборку квартиры гораздо более приятной.



Если у вас есть радиопла на высоких ножках, ее можно оборудовать дополнительной полкой, изготовленной из стекла или подобного по тону дерева. На полке можно разместить пластинки, и, кроме того, она придаст радиоле большую устойчивость. Совет прислал И. Гильманов (г. Казань).





Руководитель клиники урологии Первого Московского медицинского института имени И. М. Сеченова, профессор Ю. А. ПЫТЕЛЬ.

НАУКА И ЖИЗНЬ

## ИНТЕРВЬЮ

На вопросы редакции отвечает заслуженный деятель науки РСФСР, профессор Ю. А. ПЫТЕЛЬ.

Беседу ведет специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь» З. ФЕДОВА.

# БОЛИТ ГОЛОВА— ПРОВЕРЬТЕ ПОЧКИ

— Юрий Антонович, недавно я столкнулась с интересным случаем: более двух лет молодая женщина страдала головными болями, пользовалась привычными средствами — анальгин, цитрамон, пенталгин и так далее. Наконец и они перестали помогать, и вдруг при обследовании у нее было выявлено... хроническое заболевание почек!

— Да, упорные головные боли, чаще всего в лобной части головы, могут быть одним из симптомов этой болезни. В организме человека все процессы взаимосвязаны и взаимообусловлены. Теперь мы знаем, что при заболеваниях почек (часто протекающих скрытно!) возникают ранние сосудистые изменения в стволовой части головного мозга, и в частности в гипоталамусе. Вот откуда и головные боли. Сначала это были лишь предположения, затем электроэнцефалографические исследования и изучение мозгового кровообращения (реоэнцефалография) больных хроническим пиелонефритом подтвердили наши догадки. Симптомы поражения центральной нервной системы проявлялись не только в период обострения пиелонефрита, но и в период ремиссии — затихания воспалительного процесса. Значит, эти изменения имеют устойчивый характер.

— Вы говорите: пиелонефрит. А что это такое?

— Пиелонефрит — это гнойно-воспалительный процесс в так называемой интерстициальной ткани почки, почечных чашечек и лоханки. А интерстициальная ткань, в свою очередь, — это «вешалка», на которой висят главные рабочие единицы почки — нефроны, состоящие из клубочков и канальцев. А также та активная часть ее, в которой протекают многие обменные процессы. Именно поэтому воспаление интерстициальной ткани, даже очаговое, вызывает выраженные изменения в почках.

Условно мы различаем первичный пиелонефрит и вторичный. Чаще в клинической практике наблюдается вторичный пиелонефрит. Он возникает как осложнение какого-либо урологического заболевания, скажем, почечно-каменной болезни. Первичный же возникает без видимых нарушений в работе почек. Врачу важно разобраться, какой у больного пиелонефрит. Конечно, самое сложное в медицине — понять, как болезнь появляется и каково ее течение. Только тогда можно искать пути к исцелению. Если причина пиелонефрита понятна (он вызывается болезнетворными микробами), то его развитие во многом еще неясно. Усилия многих медиков направлены на решение этой проблемы, ибо раскрыть механизм развития пиелонефрита, одного из самых частых заболеваний почек, — значит успешно его лечить.

— По статистическим данным, женщины в среднем живут на несколько лет дольше, чем мужчины. Женщины реже болеют острыми респираторными заболеваниями, различными инфекциями... Есть ли какая-нибудь разница в частоте заболеваний почек у мужчин и у женщин?

— Есть, но, увы, не в пользу женщин. Известно, что пиелонефритом женщины болеют в 20 раз чаще, чем мужчины. До недавнего времени это объяснялось своеобразным анатомическим строением женского организма. Однако в дальнейшем было установлено: причина воспаления почек кроется в гормональных нарушениях, которые чаще наблюдаются у женщин, нежели у мужчин. Сдвиг гормонального баланса у женщин может быть вызван контрацептивами. Еще 12 лет назад к нам в клинику стали часто поступать женщины с почечной коликой. Картина характерная... Анализы нормальные, обследование мочевых путей результатов не дало, то есть причины не



устанавливаются. Помог старший метод исследования: анамнез, история болезни. И оказалось, что все пациентки для предупреждения беременности длительно принимали без врачебного контроля гормональные контрацептивные препараты. А они состоят из синтетических аналогов женских гормонов эстрогенов и прогестерона в различных соотношениях. Именно это обстоятельство и натолкнуло нас на мысль: нет ли причинной связи между расстройствами уродинамики верхних мочевых путей и приемом гормональных препаратов. Ведь давно известно, что при определенных условиях у беременных, в организме которых усиленно вырабатываются гормоны, возникает воспаление почек, хотя беременность — это нормальный физиологический процесс, когда все силы организма мобилизованы на защиту матери и зародившейся жизни. Нужны были эксперименты, чтобы доказать или отвергнуть роль гормональных сдвигов в развитии пиелонефрита. У животных удалось нарушить уродинамику терапевтическими дозами гормонов. (Например, эстрогены повышают тонус верхних мочевых путей и усиливают двигательную функцию мочеоточника. Прогестерон и некоторые гормоны коры надпочечников действуют обратным образом.) И достаточно было ввести этим животным микробы, которые в обычных условиях не вызывают воспаления, как возник пиелонефрит.

А что же происходит в организме человека? В течение жизни у человека тоже может нарушаться гормональный баланс, а это уже способно повлечь за собой неблагоприятные изменения уродинамики и возникновение пиелонефрита. В частности, длительное использование женщинами гормональных контрацептивов меняет соотношение гормонов в организме (тут уже можно ждать сюрпризов!) и при определенных условиях нарушает уродинамику верхних мочевых путей, а если есть воспалительный очаг, то и провоцирует развитие заболевания. Значит, гормональные сдвиги в организме могут расстроить уродинамику, нарушить кровообращение в почке, и на этом фоне разыгрывается воспаление. Одно тянется за другим.

— **Выходит, что женщина чаще, чем мужчина, подвергается гормональным стрессам...**

— В какой-то степени да. Тем более что гормональные стрессы могут создавать условия для эмоциональных сдвигов, а они, в свою очередь, вызывают значительные изменения во всех системах организма. И если при этом еще и почки поражены, то может даже повыситься артериальное давление.

— **Кстати, об артериальном давлении. Связана ли каким-либо образом гипертония с пиелонефритом?**

— Артериальная гипертония, безусловно, связана с пиелонефритом. Но еще недавно считалось, что возникает она только на конечной стадии воспаления почки. Наблюдения последних лет показали, что и начальные стадии пиелонефрита могут сочетаться

с повышением артериального давления. А объясняется это тем, что при пиелонефрите интерстициальная ткань почки отекает. Отек нарушает работу концентрационного механизма.

— **Юрий Антонович, прежде чем говорить о процессах, протекающих в почках, пораженных болезнью, интересно узнать, как работает здоровая почка.**

— Почка призвана сохранять в организме воду. Ведает этим так называемый концентрационный механизм петля Генле — сегмент почечного канальца, из которого вода обратно всасывается в интерстициальную ткань почки, а затем в кровь.

Работает этот механизм при участии антидиуретического гормона вазопрессина. Вазопрессин вырабатывается эндокринной системой «гипоталамус — гипофиз». Петля Генле обеспечивает высокую концентрацию натрия в почечной ткани и тем самым поддерживает в ней высокое осмотическое давление. И поэтому вода из так называемых прямых выводных канальцев поступает обратно в интерстициальную ткань почки — из зоны низкого в зону высокого осмотического давления. Возможно это лишь при содействии вазопрессина. Только этот гормон вместе с другими ферментами, увеличивая межклеточную проницаемость жидкости, обеспечивает прохождение воды в соединительную ткань почки.

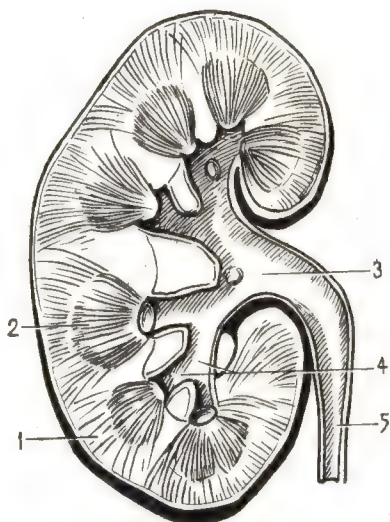
В сосудах заложены нервные элементы — волюморецепторы, которые чутко реагируют на объем внеклеточной жидкости организма. Достаточно изменить этот объем всего на один процент, чтобы поступил сигнал в гипоталамус, который, в свою очередь, изменит выработку вазопрессина. Если вазопрессина будет много, то и воды в организме будет много. Другие нервные элементы, осморецепторы, поддерживают необходимое для нормальной работы высокое осмотическое давление в почке.

— **А что же происходит при пиелонефрите!**

— Возникший в почке отек мешает работе концентрационного механизма. Петля Генле стремится создать большую концентрацию натрия в почечной ткани и соответственно высокое осмотическое давление, но натрий будет разводиться в излишках жидкости, и, следовательно, необходимого давления не получится. Таким образом, несмотря на поступление вазопрессина, почка не сохраняет воду, так как разница между осмотическим давлением в выводных канальцах и соединительной ткани почки минимальная.

— **Видимо, любой воспалительный процесс сопровождается значительными потерями воды в организме. Ведь, как правило, во время болезни постоянно хочется пить, мучает жажда...**

— Именно здесь кроется парадокс пиелонефрита. Внутри сосудов и вне клеток воды не хватает, а соединительная ткань почки переполнена водой. Сигналы от волюморецепторов, идущие в гипоталамус, требуют усиленного выброса вазопрессина. Он поступает в почку, оказывает свое действие, но ответной реакции нет, так как нет



Почка человека состоит из коркового (1) и мозгового (2) вещества. По собирательным канальцам моча поступает в чашечки (4), а затем в лоханку (3) и далее по мочеточнику (5) выводится в мочевой пузырь.

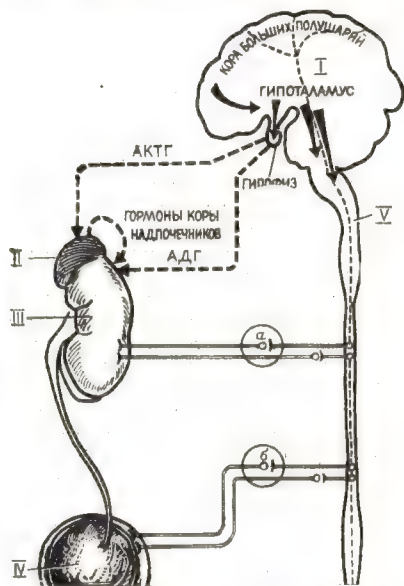


Схема функционирования почки и мочевых путей. Из гипоталамуса и гипофиза в надпочечник (II) поступает аденокортикотропный гормон (АКТГ), а в почку (III) — антидиуретический гормон — вазопрессин (АДГ). Надпочечник посылает в почку гормон альдостерон. Он обеспечивает сохранение натрия в организме, а вазопрессин сохраняет воду. Центральная нервная система (I и V) через солнечное и почечное сплетения (а) управляет работой почки, а через нижний брыжеечный узел (б) — функцией мочевого пузыря. Так этими гормонами и нервными элементами регулируется работа мочевыделительных органов.

разницы давлений, о которой мы только что говорили. А «звонки» между тем продолжают беспокоить гипоталамус. Возникает запредельное торможение вегетативного центра. В данном случае пере-

грузка гипоталамуса вызывает местное повышение артериального давления. Затем этот процесс распространяется на сосуды всего организма. Вазопрессин усиленно выделяется и поддерживает сложившуюся ситуацию.

— Так, значит, именно вазопрессин повинен в повышении артериального давления!

— Нет, виновно заболевание — пиелонефрит. Он нарушил водный обмен и тем самым усилил функцию гипоталамуса — гипофиза. Почка очень чувствительна к изменению артериального давления. Как реакция на это, изменяется и выработка почечных гормонов, в частности ренина. Ренин поступает в кровь и в конце концов через промежуточные продукты сужает сосуды и повышает артериальное давление. Кроме того, артериальную гипертензию поддерживают и другие вещества, например, гормон коры надпочечников альдостерон, ответственный за баланс натрия. Я бы хотел еще раз подчеркнуть, что в развитии артериальной гипертензии у больных пиелонефритом важное место занимают первичные изменения в центральной нервной системе, и в частности в зоне промежуточного мозга — гипоталамуса.

— Юрий Антонович, как вы думаете, почему все-таки одни люди болеют реже, другие — чаще...

— Все, конечно, знают, что Иван Петрович Павлов определял четыре типа высшей нервной деятельности, но, возможно, есть также и типы гормональной регуляции?! В мочевых путях находятся альфа- и бета-адренергические регулирующие системы. И работают они под контролем гормонов. Сбалансированно. Каждая регулирующая система организма имеет индивидуальные пороги чувствительности. В зависимости от этих порогов, видимо, и можно вывести четыре типа людей. Конечно, условно. Если гормональное воздействие на регулирующие системы в пределах разумного — все будет хорошо, но если каких-то гормонов больше, а каких-то меньше — можно и сорвать баланс. Уравновешенным людям не страшны никакие потрясения. Другим все страшно: пороги чувствительности у них малы. Третьим и четвертым при каких-либо, пусть незначительных, изменениях условий жизни грозят те или иные сдвиги гормонального баланса. Соотношение гормонов — вот что важно! Поэтому уже сегодня надо думать, как влиять на гормональную регуляцию в нужном направлении. Тем самым мы создадим платформу для лечения пиелонефрита.

— Хотелось бы узнать о новых методах лечения пиелонефрита.

— Точнее, о его принципах. В медицине не может быть никаких схем. Врачевание — это истинное искусство. Должен быть строго индивидуальный подход: люди разные, и лечить их надо по-разному, в каждом конкретном случае не болезнью атаковать, а больного ставить на ноги. И все-таки в чем же, как нам кажется, принципиальные ошибки лечения пиелонефрита? Пиелонефрит возникает за счет микробных агентов —



это известно. Поэтому утвердилось мнение: лечить надо долго и только антимикробными химическими препаратами. Сильнодействующие лекарства действительно уничтожают бактерии, но воспалительный процесс в почке остается. Микробной флоры уже нет — она создала воспаление и исчезла, процесс прогрессирует и без нее. Финал — образование грубой затвердевающей ткани, которая в конце концов задушит почку, сморщит ее. Страдает орган — страдает весь организм. А мы со своей стороны, продолжая антимикробную терапию, давим на защитные силы организма, не воздействуя на само воспаление. Конечно, у человека двенадцатикратный запас прочности, но и с ним надо обходиться по-хозяйски. Поэтому логичнее, видимо, лечение пиелонефрита строить на четырех принципах. Этиологическая, или причинная, терапия должна уничтожить возбудителя воспаления, а противовоспалительная — остановить его. Далее необходимо повысить устойчивость органа, улучшив в нем кровообращение, — ведь чем лучше снабжена почка кровью, тем лучше ее состояние (кстати, почки пропускают через себя 20 процентов крови всего организма). С этой целью в организм больных пиелонефритом вводятся лекарства, прямо или косвенно влияющие на кровоток. При более интенсивном кровообращении отек органа уменьшается, и воспаление стихает. И затем уже, конечно, надо позаботиться об устойчивости всего организма.

— Сейчас все больший интерес у многих людей вызывает фитотерапия. Как вы относитесь к лечебным травам?

— «Три оружия есть у врача: слово, растение, нож», — писал в «Каноне врачебной науки» Авиценна. Умная книга. Сегодня ни в коем случае нельзя игнорировать бесценный дар природы — лекарственные растения. Многие из них весьма эффективны при заболеваниях почек, и мы их применяем. Вы, вероятно, хотите спросить о возможности самолечения? Пустое дело, а иногда и вредное. Травы должны подбираться строго сообразно с фазой заболевания. Естественно, при постоянном врачебном контроле. Эксплуатация мочевого действия трав без учета рекомендаций врача в конце концов может привести к потере организмом калия, а отсюда — к онемению конечностей, болям в сердце и т. д. Здоровье человека не терпит небрежного к себе отношения — это надо помнить.

— Как уберечь детей от пиелонефрита, этого серьезного заболевания?

— Очевидно, необходимо напомнить, что пиелонефрит — это гнойный воспалительный процесс. Любая, даже давно забытая инфекция в организме может в какой-то момент спровоцировать воспаление. Если 20 лет назад мы стремились привлечь внимание врачей и населения к этому недугу, то сегодня мы призываем к осторожности. Порой скоропалительно поставленный диагноз стоит больному по меньшей мере двух лет неправильного лечения. Ну, а если пациент — ребенок?!

Несколько лет назад мы с детскими гинекологами и педиатрами провели обследование в специализированном детском саду. Оказалось, что только у небольшого числа детей можно было говорить о пиелонефрите. В остальных случаях диагноз не подтвердился: просто родителям надо было научить ухаживать за детьми, особенно за девочками.

Весьма часто заболевание женщины начиналось еще в детстве и осталось незамеченным. Девочки подвержены особо ранним гормональным всплескам. Циститы, умеренные анемии в юности, повышенная утомляемость, неожиданные ознобы и головные боли (в особенности в лобной части) должны настораживать родителей и врачей. Возможно, здесь уже скрывается пиелонефрит. Диагностика заболевания, бесспорно, трудна, и именно потому, что нет подчас характерной картины. Важно всегда помнить: только комплекс правильно проведенных исследований позволяет говорить о наличии или отсутствии недуга.

— В этом году клинике вашего института исполняется 115 лет...

— Да, наша клиника — одна из старейших урологических клиник страны. И за свою жизнь она добилась значительных успехов. За годы Советской власти урология быстро выросла в теоретически и практически оформленную дисциплину. Если в дореволюционной России было лишь четыре урологических стационара, то в настоящее время урологические отделения, оснащенные современной аппаратурой, действуют во всех республиках, областных и многих районных больницах страны. Успешно развиваются специализированные отрасли урологии: фтизиурология, онкоурология, детская урология. И вот 60 процентов больных хроническим пиелонефритом получают сегодня практически полное излечение. Это очень обнадеживает: значит, мы идем правильным путем. А в связи с этим необходимо еще больше внимания уделить профилактике заболеваний, своевременным обследованиям и диспансеризации больных хроническими заболеваниями почек. Не менее важно и санитарное просвещение населения. Ну и, конечно, необходимо предостерегать больных от бесконтрольного употребления лекарств. А многие привыкли как: болит голова — пьют таблетки. По совету знакомых и незнакомых. Авось, поможет! А ведь часто даже при незначительном нарушении функции почек лекарство временно не выводится, а накапливается в организме, происходит так называемая кумуляция. И в таком случае лекарство уже яд! Поэтому так вредна, к сожалению, распространенная привычка «ничтоже сумняшеся» прибегать к болеутоляющим средствам. Снять головную боль можно и нужно, но стоит ли сознательно оттягивать постановку верного диагноза и тем самым вредить своему здоровью? Лекарства, бесспорно, наши помощники, но применять их надо осторожно. Вообще я считаю, что существует проблема профилактики, которую решить может только содружество врачей разных специальностей.





Мемориальный музей «Домик Лермонтова» в Пятигорске.

Появление «Лермонтовской энциклопедии» («ЛЭ») — первый у нас опыт создания персональной энциклопедии. За рубежом издания подобного рода уже имеют свою традицию — существуют энциклопедии, посвященные Данте, Шекспиру, Гете, Шиллеру, Диккенсу, Бернсу и др. По сравнению со многими из них «ЛЭ» отличается своей универсальностью, охватывая самые различные стороны творческой и реальной биографии поэта: здесь и литературное и бытовое окружение, и лермонтовские места, и связи Лермонтова с русской и мировой литературой, и отражение лермонтовских тем и образов в искусстве — в музыке, живописи, театре, кино. «ЛЭ» можно рассматривать как своеобразный эксперимент, на богатый опыт которого смогут опираться будущие создатели как пушкинской, так и ряда других персональных энциклопедий.

У Лермонтовской энциклопедии своя история. Замысел ее создания принадлежит профессору А. П. Семенову и относится еще к 1958 году. После смерти ученого его идея была поддержана профессором В. А. Мануйловым, который на протяжении многих лет создавал энциклопедию на общественных началах, силами ленинградских эн-

Лермонтовская энциклопедия Ин-т русской литературы АН СССР (Пушкинский Дом). Научно-редакционный совет, издательство «Советская энциклопедия». Гл. ред. В. А. Мануйлов, Москва, Издательство «Советская энциклопедия», 1981.

## УНИКАЛЬНОЕ

тузиастов. Позднее в ИРАИ («Пушкинский Дом») была создана «лермонтовская группа», которой по-прежнему руководил В. А. Мануйлов. Примерно с 1976 г. работа над «ЛЭ» стала вестись совместно — «Пушкинским Домом» и Редакцией литературы и языка издательства «Советская энциклопедия», — под непосредственным руководством обоих заместителей главного редактора издания: В. Э. Вацура и В. В. Жданова. Активное участие в научной апробации «ЛЭ» принял и известный исследователь творчества Лермонтова, доктор филологических наук И. А. Андроников, статьей которого «Образ Лермонтова» открывается книга.

Персональная энциклопедия — издание уникальное. Оно является не только сводом фактов и мнений о классике национальной литературы, которому посвящено, но и своеобразным индикатором сегодняшнего уровня историко-литературного мышления.

Самая значительная часть лермонтовской энциклопедии посвящена, естественно, творческому наследию поэта. Каждое произведение Лермонтова имеет «свою» статью, где наряду со сведениями комментаторского характера (датировка, время первой публикации, адресат, место хранения автографов) выявляется ведущая идея каждого произведения прозы, драматургии и лирики поэта, впервые в русской литературе «столь тесно соединенной с личностью творца» (Белинский).

Осмысление лермонтовского творчества содержит также статьи общетеоретического характера, такие, как «Романтизм и реализм», «Творческий процесс», «Жанры», «Стиль», «Лирический герой», «Поэтический язык», «Общественно-историческая проблематика в творчестве Лермонтова» и многие другие.

На страницах «Лермонтовской энциклопедии» читатель найдет и то, что соответствует его личному, направленному интересу к Лермонтову: статьи о всех адресатах лермонтовских стихов (В. А. Лопухиной, Н. Ф. Ивановой, Е. А. Сушковой, А. О. Смирновой, С. Н. Карамзиной, М. А. Щербатовой, Е. П. Ростопчиной), о родственниках, друзьях и близких знакомых поэта, о прототипах его произведений, об участниках обеих лермонтовских дуэлей — о всех тех, кто так или иначе был причастен к трагической судьбе поэта.

Специальные статьи посвящены отдельным этапам лермонтовской биографии («Школа гвардейских подпрапорщиков и кавалерийских юнкеров», «Кружок 16», «Военная служба Лермонтова», «Дуэли»), местам, связанным с жизнью поэта, —





Каждый из нас чем-либо да увлекается. Одни коллекционируют марки, камни, спичечные коробки; другие столярничают или разводят цветы, третьи ломают голову над шахматными этюдами. А автор этих строк забавляется числами, преимущественно натуральными. Увлечению этому без малого полвека, а оно не слабеет, по-прежнему доставляет радость, приводит к неожиданным находкам. Получают ли эти находки практическое применение? Такие случаи у меня бывали. Будут ли дальше? Не знаю. Бенджамин Франклин на этот вопрос отвечает так: «А какое применение у новорожденного?» В самом деле, какое? Это покажет время. А пока расскажем об одной такой забаве, оканчивающейся довольно любопытно. И начнем издалека.

Возьмем любое многозначное натуральное число, вычислим сумму его цифр, потом вновь сложим цифры полученной суммы и будем повторять это до тех пор, пока не придем к однозначному числу. Его-то и назовем конечной суммой цифр заданного числа, а для краткости обозначим КСЦ.

Например, КСЦ числа 27816365 равна 2, так как  $2 + 7 + 8 + 1 + 6 + 3 + 6 + 5 = 38$ , далее  $3 + 8 = 11$ , наконец,  $1 + 1 = 2$ .

Всякое натуральное число при делении на 9 дает в остатке КСЦ делимого. Если же число делится на 9 нацело, то, естественно, остаток равен нулю.

Пусть задано натуральное число:

$$10^n \cdot a + 10^{n-1} \cdot b + 10^{n-2} \cdot c + \dots + 10 \cdot r + r.$$

Представим его в таком виде:

$$(10-1)^n \cdot a + (10-1)^{n-1} \cdot b + (10-1)^{n-2} \cdot c + \dots + (10-1) \cdot p + a + b + c + \dots + p + r.$$

Ясно, что слагаемые, содержащие множители вида  $(10-1)^k$ , кратны девяти. Следующую за ними сумму цифр заданного числа  $(a + b + c + \dots + p + r)$  также представим в виде:

(1)

$$(10-1)^n \cdot a_1 + (10-1)^{n-1} \cdot b_1 + (10-1)^{n-2} \cdot c_1 + \dots + (10-1) \cdot p_1 + a_1 + b_1 + c_1 + \dots + p_1 + r_1.$$

Новая сумма цифр  $(a_1 + b_1 + c_1 + \dots + p_1 + r_1)$  уже меньше предыдущей. Продолжая этот процесс, мы непременно придем к остатку, который окажется числом однозначным, иначе говоря, — к КСЦ заданного числа.

Рассмотрим то же на вышеприведенном примере:

$27816365 = 10 \times 2 + 10 \times 7 + 10 \times 8 + 10 \times 1 + 10 \times 6 + 10 \times 3 + 10 \times 6 + 5 = (10-1) \times 2 + (10-1) \times 7 + (10-1) \times 8 + (10-1) \times 1 + (10-1) \times 6 + (10-1) \times 3 + (10-1) \times 6 + 5$ . Далее, полученную в конце сумму цифр (38) можно представить так:  $10 \times 3 + 8 = (10-1) \times 3 + 3 + 8$ . Наконец,  $3 + 8 = 11$ ,  $10 + 1 = (10-1) + 1 + 1$ . После деления заданного числа на 9 получаем его КСЦ = 2.

Поэтому для вычисления КСЦ не обязательно складывать все цифры. Достаточно отбросить в числе все девятки:  $2 + 7$ ;  $8 + 1$ ;  $6 + 3$ , а в оставшихся цифрах 6 и 5 остается отбросить 6 + 3. В результате получим КСЦ = 2.

Из этого следует, что разность между заданным числом (А) и его КСЦ всегда кратна девяти. Принято говорить, что А сравнимо с его КСЦ по модулю 9, а записывается это так:

$$A \equiv \text{КСЦ} \pmod{9}, \quad (1)$$

(здесь три черточки — знак сравнения).

Расположим теперь все натуральные числа в таблицу 1 так, чтобы в каждой стро-

Таблица 1

1	10	19	28	37	46	55	64	73	...
2	11	20	29	38	47	56	65	74	...
3	12	21	30	39	48	57	66	75	...
4	13	22	31	40	49	58	67	76	...
5	14	23	32	41	50	59	68	77	...
6	15	24	33	42	51	60	69	78	...
7	16	25	34	43	52	61	70	79	...
8	17	26	35	44	53	62	71	80	...
9	18	27	36	45	54	63	72	81	...

$1^2 = 1$	(1)	$1^3 = 1$	(1)
$2^2 = 4$	(4)	$2^3 = 8$	(8)
$3^2 = 9$	(9)	$3^3 = 27$	(9)
$4^2 = 16$	(7)	$4^3 = 64$	(1)
$5^2 = 25$	(7)	$5^3 = 125$	(8)
$6^2 = 36$	(9)	$6^3 = 216$	(9)
$7^2 = 49$	(4)	$7^3 = 343$	(1)
$8^2 = 64$	(1)	$8^3 = 512$	(8)
$9^2 = 81$	(1)	$9^3 = 729$	(9)



# СОВЕРШЕННЫХ ЧИСЕЛ

В. ЛЕВШИН

ке их КСЦ была постоянна и равна крайнему левому числу строки.

Если обозначить числа первого столбца через

$$a_i (i = 1 + 9),$$

то любое число в  $i$ -й строке ( $A_i$ ) запишется так:

$$A_i \equiv a_i \pmod{9}. \quad (2)$$

Сравнения можно складывать (а следовательно, и перемножать и возводить в степень) как обычные равенства:

$$\begin{array}{l} A_1 \equiv a_1 \pmod{9} \\ A_2 \equiv a_2 \pmod{9} \end{array} \quad +$$

$$A_1 + A_2 \equiv (a_1 + a_2) \pmod{9} \quad (3)$$

Докажем это. Из (3) следует, что

$$\frac{A_1 - a_1}{9} = B_1, \quad \text{и} \quad \frac{A_2 - a_2}{9} = B_2,$$

где  $B_1$  и  $B_2$  — числа натуральные. Значит, и сумма их также число натуральное. Отсюда и вытекает результат в равенстве (3).

Доказательства для произведения и степени вы легко найдете сами.

А вот примеры:

$$\begin{array}{l} \text{a)} \quad 21 \equiv 3 \pmod{9} \\ \quad 32 \equiv 5 \pmod{9} \\ \quad 53 \equiv 8 \pmod{9}, \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{б)} \quad 21 \times 32 \equiv 15 \pmod{9}, \text{ иначе} \\ \quad 21 \times 32 \equiv 6 \pmod{9}. \end{array}$$

Следовательно, для того, чтобы выяснить, в какой строке таблицы 1 помещается сумма (произведение, степень) нату-

ральных чисел, достаточно сложить (перемножить, возвести в степень) их КСЦ.

Составим еще таблицу (2) степеней, начиная с квадратов первых девяти натуральных чисел, а в скобках запишем их КСЦ.

Из таблицы 2 видно, что КСЦ в любой строке повторяется через каждые 6 степеней. Поэтому достаточно рассмотреть степени со второй по седьмую.

Много любопытного обнаруживается при сопоставлении первой и второй таблиц. Например: не существует степеней (кроме первой), для которых КСЦ равнялась бы трем или шести. КСЦ для шестых степеней равно только единице или девятке, а для третьих степеней — еще и восьмерке. Для вторых и четвертых степеней КСЦ имеют одни и те же значения — 1, 4, 7, 9, — но четверки и семерки у них поменялись местами.

Или вот еще: КСЦ = 2 встречается только дважды — у  $5^5$  и у  $2^7$ , а КСЦ = 5 — также в двух случаях, — у  $2^5$  и  $5^7$ . Основания степеней в обоих случаях одинаковы, а показатели их поменялись местами.

Много чего можно отыскать в этих таблицах. Однако все это присказка, сказка впереди.

Немало времени прошло, пока не обнаружилось новое и, на мой взгляд, замечательное свойство таблицы 1. Оказалось, что все четные совершенные числа (исключая шестерки) располагаются только в ее первой строке. (Напомню: совершенными называются числа, равные сумме всех своих младших делителей). Иначе говоря, все (кроме первого) четные совершенные числа (S) сравнимы с единицей по модулю 9:

$$S \equiv 1 \pmod{9}. \quad (4)$$

Совершенные числа, о которых идет речь (а других мы не знаем), вычисляются по формуле Евклида:

$$S \equiv 2^{p-1} (2^p - 1), \quad (5)$$

Таблица 2

$1^4 = 1 (1)$	$1^5 = 1 (1)$	$1^6 = 1 (1)$	$1^7 = 1 (1)$	$1^8 = 1 (1)$
$2^4 = 16 (7)$	$2^5 = 32 (5)$	$2^6 = 64 (1)$	$2^7 = 128 (2)$	$2^8 = 256 (4)$
$3^4 = 81 (9)$	$3^5 = 243 (9)$	$3^6 = 729 (9)$	$3^7 = 2187 (9)$	$3^8 = 6561 (9)$
$4^4 = 256 (4)$	$4^5 = 1024 (7)$	$4^6 = 4096 (1)$	$4^7 = 16384 (4)$	$4^8 = 65536 (7)$
$5^4 = 625 (4)$	$5^5 = 3125 (2)$	$5^6 = 15625 (1)$	$5^7 = 78125 (5)$	$5^8 = 390625 (7)$
$6^4 = 1296 (9)$	$6^5 = 7776 (9)$	$6^6 = 46656 (1)$	$6^7 = 279936 (9)$	$6^8 = 1679616 (9)$
$7^4 = 2401 (7)$	$7^5 = 16807 (4)$	$7^6 = 117649 (1)$	$7^7 = 823543 (7)$	$7^8 = 5764801 (4)$
$8^4 = 4096 (1)$	$8^5 = 32768 (8)$	$8^6 = 262144 (1)$	$8^7 = 2097152 (8)$	$8^8 = 16777216 (1)$
$9^4 = 6561 (9)$	$9^5 = 59049 (9)$	$9^6 = 531441 (9)$	$9^7 = 4782969 (9)$	$9^8 = 43046721 (9)$

# КАК ПОКРЫТЬ МЕДЬЮ ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Ю. АФАНАСЬЕВ.

Нередко перед любителями, работающими с металлом, возникает проблема: как придать привлекательный декоративный вид чугуну и стали, материалам самым распространенным и доступным? Обычно изделия из черных металлов из-за их склонности к коррозии окрашивают краской. Вместе с тем довольно простой и эффективной декоративной отделкой является гальваническое покрытие медью. Медный слой затем может быть отполирован или химически тонирован, в результате чего он приобретает зеленоватый или коричневатый оттенок (в принципе можно получить любой цвет). Отделанные таким способом любительские работы, такие, например, как фонари, подсвечники, кожух камина или каминная решетка, дверные петли и засовы, шкатулки — словом, те вещи, на изготовление которых чаще всего идет черный металл, будут выглядеть, как будто они сделаны из старой меди. Кроме декоративных целей, медь выполняет и другую функцию — защищает поверхность изделия от коррозии.

В любительских условиях гальваническое меднение возможно только в сернокислом электролите, при-

чем особенность черных металлов состоит в том, что они обладают способностью вытеснять из него медь даже без воздействия электрического тока. При погружении в электролит стального предмета он сейчас же покрывается слоем меди. Однако этот слой не прочно связывается с основой. Именно по этой причине простой и безвредный сернокислый электролит не нашел применения в промышленности.

Тем не менее способ меднения черных металлов в таком электролите существует, причем прочность сцепления медного слоя с основой оказывается вполне удовлетворительной для декоративных целей. Речь идет об одном старинном и достаточно забытом рецепте. Суть его состоит в том, что сначала на поверхность изделия осаждается тонкий слой контактной меди из специального раствора, а затем на этот промежуточный слой наращивается электролитическая медь

из сернокислой ванны по способу, описанному в журнале «Наука и жизнь» № 5, 1981 г.

Для промежуточного меднения готовится раствор такого состава:

медный купорос — 25 г/л,  
щавелевая кислота — 50 г/л,  
25%-й раствор аммиака (нашатырного спирта) — 50 мл/л.

Медный купорос и щавелевая кислота растворяются по отдельности, затем их сливают вместе и к смеси добавляют раствор аммиака. Литра получившегося раствора достаточно, чтобы покрыть медным слоем около двух квадратных метров поверхности черных металлов.

Перед меднением изделие должно быть полностью готово, а его отдельные части пригнаны друг к другу. Такие дефекты, как вмятины, царапины, раковины, после меднения становятся еще заметнее. Поэтому поверхность надо тщательно подготовить — очистить от

где и  $p$ , и  $(2^p - 1)$  должны быть числами простыми. (Простыми называются числа, делящиеся только на себя и на единицу.)

Итак, перейдем к доказательству. Понятно, что число  $p$ , как всякое простое (кроме двойки), нечетно. Из таблицы 2 видно, что нечетный показатель степени у двойки может быть либо 3, либо 5, либо 7. При этом КСЦ этих степеней соответственно равны 8, 5 и 2. В таком случае КСЦ у  $(2^p - 1)$  равны 7, 4 и 1. Что касается показателя степени у первого множителя в (5), то есть  $p - 1$ , то он равен либо 2, либо 4, либо 6, а КСЦ этих степеней  $2^{p-1}$  равны соответственно 4, 7 и 1.

Остается перемножить КСЦ обоих множителей уравнения (5):  $7 \times 4$ ;  $4 \times 7$ ;  $1 \times 1$ , что дает 28, 28 и 1. КСЦ всех этих

трех произведений равна 1. Что и требовалось доказать!

Так как мы не ставили никаких ограничений ни для множителя  $(2^p - 1)$ , ни для показателя  $p$  (кроме того, что он должен быть нечетным), то не только совершенные, но и все числа с нечетным  $p$ , вычисленные по формуле (5), расположены только в первой строке таблицы 1.

Не правда ли, любопытное свойство формулы Евклида?

Насколько мне известно, число приверженцев рубрики «Математические досуги», ведущейся в журнале вот уже почти 20 лет, не уменьшается, и среди них много таких читателей, кого интересуют забавы с числами. Тем же, кто еще к этому не приобщился, советуем: играйте с числами! Не пожалеете!

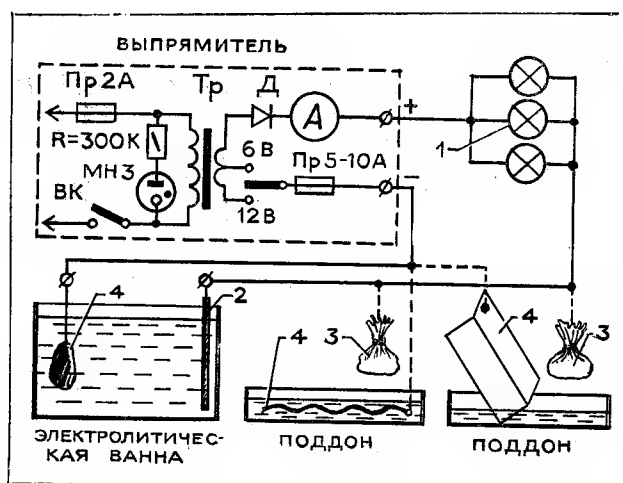


ржавчины и окалины, выправить вмятины, прошифовать или отполировать. Затем к изделию в удобном месте припаивают контактный проводник (кусочек многожильного провода диаметром не менее 1 мм) для соединения с «минусом» выпрямителя. После этого все загрязнения смывают бензином, изделие обезжиривают горячим раствором любого моющего средства, пока поверхность не будет полностью смачиваться водой, и хорошо промывают. Непосредственно перед меднением для удаления окисной пленки его протравливают в 20%-м растворе серной кислоты в течение 1—2 минут и промывают водой.

Теперь можно нанести раствор промежуточного меднения. Как только раствор соприкоснется со сталью, она моментально покрывается светло-розовым слоем меди. Вся операция продолжается около минуты. Если медь легла ровно, без разрывов и пятен, значит, подготовка поверхности была проведена хорошо и качество дальнейшей работы будет хорошим. На крупных изделиях обезжиривание, травление и промежуточное меднение можно делать обливанием с помощью кисти или губки. Мелкие детали погружают в раствор. После промывки изделия водой можно приступить к наращиванию медного слоя.

На небольших предметах слой меди наращивается в гальванической ванне. Электрическая схема гальванической установки дана на рис. 1. Крупные предметы, особенно из листового металла, меднятся анод-тампон (рис. 2), для чего анод-тампон, пропитанный электролитом, перемещают по поверхности изделия. Во время работы анод-тампон окунают достаточно часто в емкость с электролитом. С легким нажимом тампон плавно перемещают по изделию так, чтобы след каждого прохода перекрывал предыдущий. Обрабатываемые поверхности располагаются горизонтально или слегка наклонно.

Под изделие ставят под-



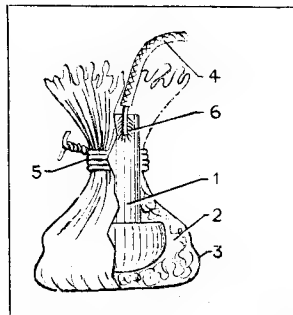
дон с несколькими литрами электролита. Поддоном может служить большая фотокювета или полиэтиленовая пленка, натянутая на деревянную раму. Если изделие имеет невысокий рельеф, его целиком погружают в электролит, тогда весь процесс упрощается и ускоряется, так как тампон постоянно находится в электролите. Заметим, что работать следует обязательно в резиновых перчатках.

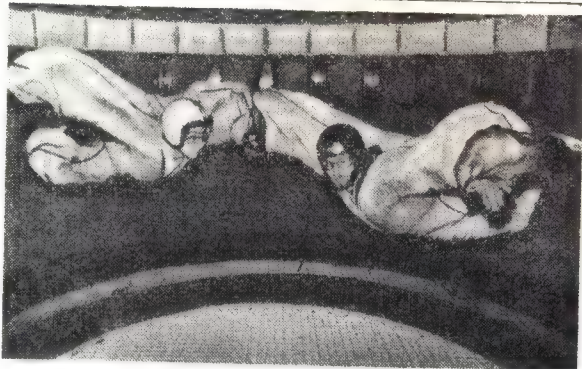
При меднении анод-тампон плотность тока может быть существенно повышена по сравнению с меднением в ванне, и это сокращает время наращивания слоя. При диаметре сердечника 5 см и диаметре тампона 9 см меднение ведется током в 3 ампера. При изменении этих величин силу тока пропорционально изменяют. При токе 3 ампера уже через 30 минут на изделии образуется слой меди толщиной 0,02 мм, что для декоративного покрытия можно считать достаточным. Если намечено поверхность отполировать, то слой должен быть в 2—3 раза толще. Время здесь приведено чистое, без учета перерывов на пропитку тампона электролитом.

Следует заметить, что прочность сцепления декоративного медного слоя не позволяет все же использовать его для силового соединения частей изделия, например, пайкой, так как медь может вздуться и отслоиться.

Рис. 1. Электрическая схема любительской гальванической установки с самодельным выпрямителем. Выпрямитель на ток до 5 А собирается на базе силового трансформатора от радиопаратуры мощностью 120—150 Вт с перемотанной вторичной обмоткой. Диод типа Д 242 с радиатором охлаждения площадью 100 см<sup>2</sup>, или несколько соединенных параллельно менее мощных диодов. Амперметр на ток до 5 А. Однополюсный переключатель на три положения (6—12 В) позволяет вдвое расширить диапазон регулировки величины тока реостатом и отключать выпрямитель от ванны. 1 — ламповый реостат (можно жидкостный или проволочный), 2 — анодная медная пластина, 3 — анод-тампон, 4 — изделие, на котором осаждается медь, — катод.

Рис. 2. Анод-тампон. Тампон делается из куса синтетической или стеклянной ткани. Набивка — многократно сложенная марля. Диаметр анод-тампона можно изменять применительно к профилю и площади изделия. 1 — медный сердечник (можно использовать тугой моток медной голый проволоки), 2 — набивка из марли, 3 — покрывная ткань, 4 — провод к реостату, 5 — связь из проволоки, 6 — пайка.





● Не так легко придумать новый парковый аттракцион, но француз Жану Сен-Жермену это удалось. Он поставил вертикально аэродинамическую трубу с дизельным двигателем мощностью 435 лошадиных сил и предлагает любителям острых ощущений повисеть на потоке воздуха, несущемся вверх со скоростью 140 километров в час. Развлекающимся выдаются надувные костюмы и мотоциклетные шлемы, предохраняющие от всяких случайностей.

Особый успех идея француза имеет в США. Во Флориде открылись уже три «трубы Сен-Жермена» и строится четвертая. За минуту парения на воздушной подушке берут по два доллара, и даже те, кто не решается броситься на ветер, а предпочитают смотреть на этот аттракцион сверху, с

кромки трубы, должны заплатить по доллару.

Новый аттракцион, возможно, найдет и серьезное применение, с его помощью можно тренировать парашютистов, обучать их управлять положением тела в воздухе.

● В XVII—XVIII веках в Болгарии получили распространение дом-крепости. В это неспокойное время, когда жителям постоянно грозили набеги османских феодалов, важно было иметь укрепленное жилище. В каждом селе было 2—3 такие крепости, их владельцы в случае опасности прятались у себя соседей. До наших дней во всей стране сохранилось лишь около десятка этих интересных памятников архитектуры.

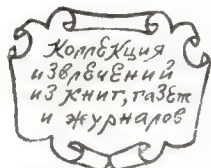
На снимке — дом-крепость XVIII века в селе Леденик.



● В одном из приморских городков Бретани (Франция) создана «прачечная» для стирки птиц. В этом районе нередко аварии танкеров, и от нефти, выбрасываемой на морской берег, гибнет немало пернатых. Нефть склеивает их перья, лишая возможности летать и нарушая теплоизоляцию. Добровольцы из местных жителей подбирают несчастных, тщательно моют в специальном шампуне, споласкивают под душем и в заключение сушат под инфракрасными излучателями.

● Около трех тысяч жителей Бомбея занимаются необычной профессией: они развозят рабочим и служащим, живущим за городом, а работающим в Бомбее, обеды, приготовленные дома. Обеды в алюминиевых судках собираются по домам, и разносчик, нагруженный сотней кастрюлек, едет сначала в электричке, а потом в городском транспорте или идет пешком. Очень часто пища путешествует более двух часов и становится едва теплой, но для клиента она все равно остается вкусной, ибо приготовлена руками жены или матери.

В настоящее время профессия разносчика обедов вымирает: с одной стороны, сами разносчики охотно уходят в промышленность, с другой стороны — клиенты переходят обедать в кафе и столовые.





Королевский квадрат — словесная игра, о которой рассказывалось в журнале «Наука и жизнь» № 7, 1980 г., — вызвала интерес читателей.

Напомним основной принцип игры: партнеры заполняют игровое поле — квадрат  $5 \times 5$  — словами, по возможности длинными, за которые присуждаются очки (одна буква — одно очко). В конце статьи приводился пример — квадрат с результатом 157 очков. Читателям предлагалось превысить это достижение.

Многим это удалось, и они прислали в редакцию свои решения. Попутно читатели высказали замечания и соображения по поводу новой игры. Приведем наиболее характерные отзывы. Вот что пишет рабочий Череповецкого металлургического завода З. Аюбов: «Пишу вам впервые, хотя уже 15 лет постоянно читаю «Науку и жизнь». Наряду с серьезными научными материалами меня, как и других читателей, очень привлекает раздел математических, психологических и логических игр. Считаю, что эти материалы являются средством не только интересного отдыха, но и тренировки ума, развития эрудиции. К их числу надо отнести и королевский квадрат...»

«Во время летнего отдыха мне удалось, играя в одиночку, набрать 160 очков, — сообщает В. Бобровский из Днепропетровска. — Хочу поблагодарить за доставленное удовольствие».

Два письма прислали братья С. и А. Никитюки из Львова. С. Никитюк пишет: «В первой своей попытке я сумел набрать всего 122 очка, но после более чем месячных поисков мне все-таки удалось превзойти результат 157 на 2 очка... Я полностью согласен, что королевский квадрат развивает эрудицию и сообразительность, обогащает словарный запас и приучает перебирать в мозгу десятки вариантов». А. Никитюк добавляет, «что не только нам с братом понравилась эта игра. И другие читатели

уже, наверно, перешагнули 170-очковый рубеж».

Надо заметить, что в точном соответствии с правилами 170 очков пока не набрал никто. По читательским письмам рекордсменом нужно признать З. Аюбова из Череповца (Вологодская обл.), набравшего 166 очков.

Для тех, кто не видел первую публикацию, напомним пять правил королевского квадрата:

1. В квадрате  $5 \times 5$  по средней горизонтали пишется любое пятибуквенное слово. Основной принцип игры — прибавление каждым партнером по очереди одной буквы, после каждого хода должно получаться новое законченное слово. Королевским квадрат называется потому, что образующиеся слова читаются как серия ходов шахматного короля по доске — на одну клетку по вертикали, горизонтали или диагонали. Цель игры — заполнить все поле словами: нарицательными существительными, именительном падеже, единственном числе (множественное число разрешается лишь там, где единственное отсутствует).

2. Новые слова получают прибавлением одной буквы в любой соседней клетке уже записанного слова. За каждую букву нового слова начисляется одно очко. Уменьшительные и увеличительные формы слов не разрешаются за исключением тех случаев, когда суффикс создает слово с принципиально новым оттенком смысла. (От слова «дом», например, нельзя переходить к словам «домик» или «домище», но возможны варианты «мера — мерка», «грамота — грамотка».)

3. Использовать все имеющиеся на доске буквы не

обязательно, но цепочка букв, составляющих слово, должна быть неразрывной и непересекающейся. (Это последнее условие нарушил, к примеру, З. Сеидов из г. Шемаха. Он набрал 167 очков, но результат не засчитывается, так как третье правило нарушено 5 раз.) По одной и той же клетке нельзя проходить дважды. Сокращения разрешаются, если они широко вошли в обиходную речь (колхоз, нарком, наркомат и т. д.).

4. Нельзя засчитывать слова, уже образовавшиеся (пусть невольно) на доске. Буквы  $e = \acute{e}$ , но  $i \neq \acute{i}$ .

5. Играть можно одному, вдвоем, вчетвером или пятером. (20 слов, которые надо образовать, без остатка делятся на 2, 4 и 5.) Для игры втроем квадрат должен быть побольше —  $6 \times 6$ , а первоначальное слово — шестибуквенным. Игрокам предоставляются подряд два хода, каждый по одной букве. Правило двойных ходов позволяет подготавливать и осуществлять сложные комбинации. Но для «выхода на рекорд» играть надо одному — противники обычно мешают друг другу получить самые длинные слова.

Теперь посмотрим, как З. Аюбов добился рекордного результата. С известной скромностью он пишет: «Знаю, конечно, что я не очень преуспел, но считаю удачей привлечение таких довольно-таки редких слов, как «фертик» и «матерка» (у конопли)».

Что касается слова «фертик» (самодовольный человек), то привлечение его сомнительно — это всего лишь уменьшительная форма от слова «ферт» (см. «Толковый словарь» В. Даля). Но даже если засчитать слово «ферт», то есть

## ЕЩЕ РАЗ КОРОЛЕВСКИЙ КВАДРАТ

на два очка меньше, результат 3. Аюбова — 164 очка — все равно рекордный.

Итак, рассмотрим королевский квадрат 3. Аюбова. Ключевое слово — «метка».

		Р	И	
М	Е	Т	К	А
	А	С		

			Я	
		Р	И	Ц
М	Е	Т	К	А
	А	С		Л
		И		

			Я	
	А	Р	И	Ц
М	Е	Т	К	А
Т	А	С		Л
М		И	М	

	И		Я	
Ф	А	Р	И	Ц
М	Е	Т	К	А
Т	А	С	И	Л
М		И	М	Э

Н	И	Н	Я	Т
Ф	А	Р	И	Ц
М	Е	Т	К	А
Т	А	С	И	Л
М	С	И	М	Э

одиннадцатibuквенные слова: материалист, материализм, систематика, самаритянин, хотя и потерял очки на 4—5-буквенных словах.

Но, оказывается, почти такого же успеха можно добиться и при помощи 6—10-буквенных слов. Это продемонстрировал А. Белозеров из г. Жданова, набравший 163 очка при ключевом слове «ворот».

В	О	Р	О	Т
			Н	А
			И	К

		П	А	К
В	О	Р	О	Т
		Т	Н	А
			И	К

				П
		П	А	К
В	О	Р	О	Т
Б	А	Т	Н	А
		Л	И	К

	А	Т		П
С	К	П	А	К
В	О	Р	О	Т
Б	А	Т	Н	А
		Л	И	К

А	А	Т	Н	П
С	К	П	А	К
В	О	Р	О	Т
Б	А	Т	Н	А
А	С	Л	И	К

Нарастающая сумма очков: 27, 56, 91, 126, 163.

Каковы наиболее распространенные ошибки при игре в королевский квадрат? О двух мы уже говорили — пересекающиеся цепочки и уменьшительные слова, не создающие принципиально нового оттенка смысла (например, «квартирка» у Татьяны Алексеенко из г. Павлограда, набравшей 161 очко). В. Балахничев из Свердловска набрал 159 очков, но — в нарушение правил — использовал географическое название «Словения». Напоминаем, что имена собственные не употребляются. Ту же ошибку сделал Ю. Куколев из дер. Коренево Московской обл.: использовал слово «Атлантика».

Сложнее вопрос о неологизмах. «Можно ли использовать такие неологизмы, как «сверхбудни»? — спрашивает один из читателей. Очевидно, возможны два варианта игры: строгий, когда неологизмы, отсутствующие в популярных словарях, запрещены, и нестрогий, когда неологизмы разрешаются. Как показывает опыт, неологизмы и жаргонные слова придают игре интерес.

В заключение — об одной любопытной модификации игры, когда погоня за очками не становится самоцелью. Правила те же, и набрать нужно всего 150 очков, но определенным образом. Двадцать искоемых слов должны быть следующими:

— одно 4-буквенное,  
— по три — 5-, 6-, 7-, 8-, 9- и 10-буквенных,  
— одно 11-буквенное.

$4 + (5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10) \cdot 3 + 11 = 150$ .

Вот пример такого королевского квадрата. Ключевое слово «роман».

	К	Р		
Р	О	М	А	Н
	А	С		

1. Мерка, матерка 2. метрика, мастика 3. мастерица, материал 4. материя, истерика 5. мистерия, старика 6. тематика, математика 7. материалист, материализм 8. ферт, арифметика 9. систематика, страница 10. инфаркт, самаритянин.

Нарастающая сумма очков: 26, 58, 91, 127, 164.

Успех 3. Аюбова в том, что он нашел прекрасные

1. ворота, ворона 2. воронка, воротник 3. ратник, тартинка 4. картонка, протока 5. ботинок, кинопроба 6. папоротник, проталина 7. соратник, скотина 8. акробатика, кинопрокат 9. контратака, лаборант 10. напраслина, контрабас.



	К	Р		
Р	О	М	А	Н
Н	А	Т	С	И
К				

А	Г	Е	А	З
О	К	Р	М	У
Р	О	М	А	Н
Н	А	Т	С	И
А	К	И	А	Ц

грамматика, грамматист (составитель грамматик) 9. коммунистка, коммунар 10. ректорат, каморка.

Сумма очков: 101, 136, 170.

Вот как выглядит рекордный (на сегодняшний день)

	Г	Е		
	К	Р		
Р	О	М	А	Н
Н	А	Т	С	И
А	К	И		

А	Г	Е	А	
	К	Р	М	
Р	О	М	А	Н
Н	А	Т	С	И
А	К	И	А	

1. романс, насморк 2. нарком, саркома 3. наркомат, наркоман 4. романист, романистка 5. романистика, наркоманка 6. грамота, германист 7. тара, грамматика 8. краса, марка 9. коммунист, разум 10. разумница, корона.

Нарастающая сумма очков: 26, 60, 97, 121, 150.

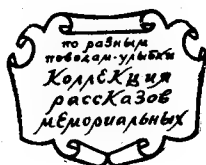
Но если уж «идти на рекорд» по прежним правилам, то с этим ключевым словом можно выбить и 170 очков! Первые пять двойных ходов остаются прежними, а дальше ход игры несколько меняется:

6. грамотка, германистика 7. германий, кремний 8.

А	Г	Е	А	Н
20	11	12	15	18
Т	К	Р	М	У
19	2	3	14	17
Р	О	М	А	Н
Н	А	Т	С	И
6	4	5	1	7
А	К	И	Т	Й
10	8	9	16	13

королевский квадрат — цифры указывают очередность ходов.

Э. ИОДКОВСКИЙ.



### НА ТРЕХ КАМНЯХ

Французский хирург Гион был известен искусными операциями по удалению камней из почек. Гонорары он брал такие, что на своем доме в городе Медоне приказал укрепить табличку: «Этот дом построен на трех камнях».

### ОСТРОТЫ ВЗАИМЫ

— Хотел бы я быть автором этих слов! — заметил однажды английский писатель Оскар Уайльд, восхищаясь одной из шуток художника Уистлера.

— Ничего, вы еще скажете это, Оскар, не сомневайтесь, — ответил художник.

### КОГДА ЛИМИТ ИСЧЕРПАН

Американский астроном Майкл Коллинз как-то пожаловался:

— Согласно статистике, мужчина произносит в день в среднем 25 тысяч слов, а женщина — 30 тысяч. Но вся беда в том, что, когда я прихожу с работы, я уже исчерпал свои 25 тысяч, а жена держит наготове свои 30!

### МОЛИТВЫ НЕ ПОМОГЛИ

В 1871 году, вскоре после того, как появилась книга Дарвина «Происхождение человека», в которой великий ученый убедительно доказал родство человека с обезьянами, епископ Уорчестерский сказал:

— Будем надеяться, что все это неверно, но, если он прав, надо молиться, чтобы это оста-

лось неизвестным широкой публике.

### НЕМНОГО О СКРОМНОСТИ

Саша Гитри, известный французский писатель, режиссер и актер, отмечал в 1955 году свое семидесятилетие. Вспомнив, что Людовик XIV в свое время к семидесятилетию Мольера освободил великого драматурга от всех налогов, Гитри обратился с письмом к правительству, указывая на свои заслуги и прося о такой же привилегии.

Тогдашний президент Франции Коти в ответ отправил Гитри вежливое послание, кончавшееся так: «Что Мольер был великим человеком — в этом я не сомневаюсь; равны ли вы ему, я не осмеливаюсь судить; но что я знаю совершенно точно — это что я не «король-солнце».

# УМЕЕТЕ ЛИ ВЫ ЧИТАТЬ?

## РЕФЕРАТЫ

Г. ГЕЦОВ.

**С**лово «реферат» в переводе с латинского буквально означает «пусть он доложит». Реферат при индивидуальной работе с литературой представляет собой краткую запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках. Зачастую рефераты готовят для того, чтобы передать эти идеи аудитории.

Реферат требует глубокого изучения первоисточников, умения связывать теоретические положения с условиями современности, проводить глубокие анализы, делать практические выводы, наконец, уметь вести дискуссии.

Для этого надо иметь свое собственное твердое мнение на определенную тему, то есть требуется не только хорошо знать материал, но и быть готовым передать его содержание. Рассмотрим частный случай реферата, предназначенного для защиты его идей перед аудиторией.

При подготовке и защите рефератов особенно важно определить четкое предназначение работы, установить задания самому себе. Излагаемое должно быть полностью осознано составителем. Если можно мириться с неясными местами в конспекте, то в реферате этого допускать нельзя. В случае, если неясные места все же остаются, то их преднамеренно выносят на обсуждение. Реферат зачастую — плод коллективного творчества, потому что его идеи нередко формулируются не только автором, но и аудиторией.

Поэтому полезно, чтобы коллектив слушателей и оппоненты были бы заранее подготовленными. Другими словами, к реферату должны готовиться не только референт, но и аудитория и, что особенно важно, готовиться в контакте друг с другом.

Итак, повторим, реферат пишут для себя, чтобы

иметь возможность с его помощью осмыслить и передать идеи, мысли, обобщения другим, совместно их обсудить. Реферат может стать пособием для устного выступления с элементами импровизации или же будет дословно зачитан вслух. В последнем случае особое внимание следует обращать на стиль изложения (недаром некоторые рефераты иногда рекомендуют тиражировать, настолько их содержание ясно и понятно). И еще раз подчеркнем, что одна из главных задач реферата — это умение доложить, довести идеи до аудитории. Для совершенствования этого умения в помощь привлекается обширная литература о лекторском мастерстве и ораторском искусстве.

Написать хороший реферат, а тем более эффективно выступить с ним может лишь тот, кто овладел азбукой работы с книгой. Мы надеемся, что изучение цикла статей «Умеете ли вы читать?» (см. «Наука и жизнь», №№ 3, 5, 8 1980; №№ 3, 4, 5, 6, 7, 9, 1981) вооружит референтов и оппонентов необходимым умением.

Проще организовать подготовку, когда на тему реферата имеется всего несколько источников. Слож-

## ● НОВЫЕ ТОВАРЫ

### КАРМАННАЯ ПЕЧКА

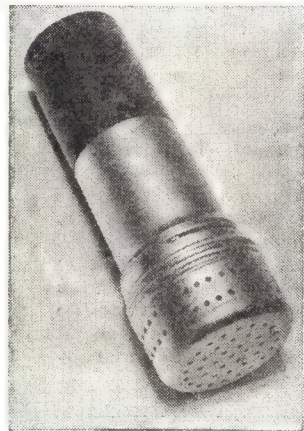
Геологам, туристам, рыбакам — всем, кто по работе или увлечению проводит

много времени под открытым небом, пригодится каталитическая грелка, которую начала поставлять в магазины московская техническо-сбытовая организация «Рассвет».

По сути дела, грелка — это карманная печка, работающая на бензине. Но огня в ней нет, поэтому она абсолютно безопасна в обращении. Пары бензина, залитого в пластмассовый бакчик, попадают на насадку со

Каталитическая грелка. Устройство каталитической грелки: слева — защитный колпачок, в центре — резервуар (он наполнен ватой, чтобы увеличить поверхность испарения бензина) и насадка с катализатором — справа.

специальным катализатором. На его поверхности бензин окисляется кислородом воздуха, выделяет тепло, и грелка нагревается до температуры 70—80°. Этого вполне достаточно, чтобы на морозе отогреть руки, прогреть небольшую деталь «заевшего» механизма, а на отдыхе просушить изнутри





нее работать с большим количеством книг и статей. Во всех случаях дело облегчит рационально организованный предварительный просмотр литературы. Во время просмотра нужное фиксируют на карточках своего рабочего каталога, делают отдельные выписки — текстовые или же лишь со ссылкой на источник. При подготовке реферата удобно воспользоваться своими указателями содержания (см. «Наука и жизнь», 1981, № 5, с. 118) и карточками выписок. Кстати, вспомним, что не обязательно делать выписки, чтобы ввести их в реферат. Нужные отрывки отмечают закладками (более точно, вкладными листами) и приводят эти книги или журналы на защиту реферата (см. «Наука и жизнь», № 6, с. 120, 1980).

В тексте реферата или в плане своего выступления указывают, в какой момент и к каким именно страницам источника следует обратиться. При использовании источников вкладные листки могут информировать не только о поисковых признаках (отчеркиваниях), но также дать и текстовые дополнения, обозначить логические связки. Таким образом, во время выступления можно будет зачиты-

вать тексты из книг, без обращения к самому реферату.

При работе с многочисленными источниками их необходимо регистрировать в собственном рабочем каталоге (хотя бы в процессе быстрого поискового чтения), тогда из каталога легко можно будет почерпнуть нужные сведения. Уже сами рубрики каталога помогут организовать будущий реферат. Переходя от одних карточек и рубрик к другим, вы будете уточнять и расширять содержание реферата.

Если тема вас интересует постоянно, то следует перед составлением реферата заглянуть в личный архив. Особенно помогают в этой работе конспекты. При рациональном ведении архива поиску помогут регистраторы и поисковые алфавитные картотеки (см. «Наука и жизнь», № 8, с. 122—123, 1980). Определенную помощь в ускорении сбора материалов может оказать магнитофон (см. «Наука и жизнь», № 5, с. 119, 1981).

Когда вы подберете накопленные извлечения из книг и газет, то полезно для полноты картины обратиться к самим первоисточникам. При составлении реферата желательно просматри-

## НАУКА И ЖИЗНЬ ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Научная организация  
личного труда

вать новые книги и брошюры, свежие номера журналов и газет, чтобы учесть последние публикации по интересующей теме. Мы уже знаем, как организовать процесс рационального поиска (см. «Наука и жизнь», 1980, № 8, с. 121—123), уметь читать заголовки, было знакомиться с отдельными публикациями.

Для облегчения поиска газетных и журнальных публикаций можно воспользоваться услугами специальных служб, которые действуют в столицах республик и в ряде крупных городов страны. В этих службах подбираются вырезки по различным темам из газет и журналов (см. «Наука и жизнь», 1980, № 8, с. 123). Вырезки периодически высылаются подписчикам (индивидуальным и коллективным). При подготовке рефератов можно также воспользоваться хранилищами вырезок, которые организованы учреждениями, организациями и отдельными лицами.

промокшую обувь. Выделение тепла можно регулировать, поворачивая рычажок диафрагмы, похожей на фотোগрафическую. Через отверстие этой диафрагмы пары бензина попадают на катализатор.

Одной заправки (около 70 миллилитров) хватает на 15 — 20 часов непрерывной работы. Бензин должен быть чистилированным — тетрагилсинец отравляет катализатор, как и пыль, масло, грязь или влага, попавшие в насадку. Катализатор можно восстановить, промыв и прокалив эту деталь.

Цена карманной печки — 6 рублей.

В комплект малой грелки входит фланелевый мешочек. В сильный мороз он возвращает грелке часть выработанного тепла, чтобы испарение бензина не прекратилось.

Аналогичную по устройству и принципу действия, но меньшую размером каталитическую грелку выпускают в Перми. В никелированном корпусе, напоминающем настольную зажигалку, поме-

щается резервуар для бензина и патрон с катализатором. Пермская грелка плоская, ее удобно класть в рукавицу или нагрудный карман. Стоит она 6 рублей 50 копеек.







● Движение метро в Нью-Йорке было открыто в 1904 году, тогда проезд в нем стоил пять центов. Этот тариф оставался неизменным 44 года, но в 1948 году был удвоен. В начале прошлого десятилетия плата за проезд в метро составляла уже 30 центов, а в конце — 60. Летом этого года тариф был повышен еще на 15 центов, и есть основания предполагать, что еще в этом году он перескочит долларовый рубеж.

В то же время модернизация подземки значительно отстает от роста цен: нью-йоркское метро продолжает оставаться грязным, душным, переполненным народом днем и небезопасным ночью.

● В Баварской государственной библиотеке найдена ранее неизвестная симфония Моцарта, написанная, когда великому композитору было девять лет. Симфония из трех частей была создана Моцартом в 1765 году, когда он вместе со своим отцом был в Лондоне.

● При спичечной фабрике в городе Сушице (ЧССР) с 1959 года работает музей спичек. Здесь можно увидеть старинные машины для производства спичек (фабрике около 150 лет), образцы продукции за все время существования фабрики и, конечно, спичечные этикетки. На снимке — один из самых редких экспонатов: спички в таких круглых коробочках-пенальчиках делали в Австро-Венгрии в начале нашего века.



● Это оригинальное и красивое сооружение из алюминия — водонапорная башня, построенная венгерскими специалистами для одного из заводов в районе Бауцена (ГДР).

● Румынский овощевод-любитель Т. Уреке из уезда Текучь вырастил на своем огороде помидор массой 1 килограмм 301 грамм.



● Лондонский ветеринар Э. Фигл занят обучением шести собак, которые должны будут помогать глухим. Хорошо известна помощь, оказываемая специально обученными овчарками слепым, но и без слуха человек испытывает массу неудобств. Собаки Фигла будут привлекать внимание своих хозяев к таким звукам, как телефонные звонки, стук в дверь, плач ребенка, свист закипевшего чайника и к любым необычным шумам. Во время тренировок собаку заранее приучают к голосу будущего хозяина, используя магнитофонные записи.

● Крупнейшее в мире предприятие, выпускающее авиамodelи, находится в городе Простееве (ЧССР). Здесь выпускается 860 тысяч моделей в год. Программа производства отражает историю развития чехословацкого самолетостроения — от первых самолетов двадцатых годов до самых современных марок. Изготавливаются и модели самых известных иностранных самолетов, в том числе советских. Новый вид продукции — воздушные винты из пластмассы, не уступающей по прочности алюминиевым сплавам. Планируется выпуск таких винтов для всех категорий летающих моделей.



Олег усмехнулся, вспомнив, сколько различных аварийных ситуаций, в том числе и эту, приходилось подсчитывать ему. И вот теперь самому и приходится убеждаться в точности расчетов...

А перегрузка все росла. Уже потом кто-то из журналистов придумал образное сравнение: на человека въезжает «Запорожец» и нужно его удерживать — вот что такое десять единиц перегрузки. А если не «Запорожец», а «Волга» и четыре человека в ней?

На космодроме уже поняли, что произошло... Связь, главное — связь! На борту их должны слышать, но как услышать экипаж, узнать, что с ними?

Повернуть голову Олег не мог — не хватало сил. Он попытался шевельнуть рукой, но пальцы не слушались. Перегрузка пыталась раздавить их... «В таких случаях капилляры не выдерживают, и на теле выступают капельки крови», — подумал Макаров.

— Под вами горы, — передавал космодром, — будьте осторожны... Горы... Горы... Они смогли ответить лишь через несколько минут. Спускаемый аппарат уже снижался на парашюте.

«Горы... Горы... Внимательнее... Горы... Группа поиска в воздухе... Вас скоро найдут...»

— Дышишь? — спросил Василий.

— Культурно давило, — Макаров позволил себе усмехнуться. — Не завидую нам...

— Мне показалось, что все кончено...

— Приятного мало...

— Пожалуй, сейчас не до инструкций, — сказал Лазарев, — не буду отстреливать парашют... Не буду... — он словно уговаривал себя.

Они приземлились на склоне горы.

Когда выбрались из аппарата и спрыгнули в снег, утонув в нем по пояс, увидели, что парашют действительно нельзя было отстреливать. Он зацепился за кустарник и держал «шарик». А внизу — пропасть...

Через пару часов над ними появились вертолеты, но забрать космонавтов удалось лишь на следующее утро.

Они разожгли костер, просидели у огня до рассвета. Почти не разговаривали. Ни о прошлом, ни о будущем. Просто сидели два человека и молчали.

Над ними блестели весенние звезды, яркие и крупные. Они всегда такие в горах.

Утром пришли вертолеты...

К новому старту Макаров и Лазарев начали готовиться после отпуска. Медики подтвердили, что оба благополучно перенесли аварийный спуск, хотя перегрузки превысили допустимое значение. Олег Макаров слетал на «Салют-6» в январе 1978 года. А летом 80-го он уже готовился по программе полета «Союза-Т». Дублером командира был назначен Василий Лазарев.

До возвращения Леонида Кизима, Олега Макарова и Геннадия Стрекалова оставалось всего несколько часов.

— Завершаем проверку герметичности, — сообщил Леонид Кизим.

— А к станции уже привыкли, — это голос Геннадия Стрекалова, — расставаться немножко грустно...

— Ничего не забыли? — интересуется оператор.

— Вернемся домой — разберемся, — отвечает Олег Макаров. — Не волнуйтесь, работаем по программе...

Корабль готовится к отходу от станции. Включены телекамеры, медленно расходятся два космических аппарата.

— До свидания, «Салют!» — звучит из космоса. — Мы надеемся еще вернуться сюда...

— Ждем вас на Земле, — звучит в эфире. На связи с экипажем Владимир Шаталов. — Условия в районе приземления хорошие, поисковые группы наготове. Действуйте, как учили... Ждем вас, желаем экипажу мягкой посадки.

— Спасибо, — говорит командир. — Берем пример с Олега. Он уже дважды спускался с орбиты...

— Точнее — трижды, — замечает Макаров.

Первый пилотируемый полет «Союза-Т» показал, что на участке спуска, как и предусматривали создатели корабля, он бережнее, «мягче» несет свой экипаж. Специальная система автоматики управляет спуском...

— Зафиксировано включение тормозного двигателя, — приходит сообщение из района Атлантики.

Связь вновь пропадает. Мы должны услышать голоса «маяков», когда спускаемый аппарат приблизится к границам нашей страны.

Тогда месяц назад дома у Олега Макарова зашел разговор о том, какие минуты космического полета самые волнующие. Мнение было единодушное: посадка!

— Я долго пытался подыскать сравнение с чем-то привычным, но так и не придумал, — сказал один из конструкторов. — Аппарат попадает в челюсти сказочного чудовища, и оно пытается его разгрызть... — Макаров рассмеялся. — Атмосфера планеты не любит ни выпускать корабли, ни принимать их. Вот и приходится с ней воевать...

— «Маяки», на связи! — вызывает Центр управления.

— Все нормально, — доносится из космоса голос Леонида Кизима. — Идем штатно.

Красная точка — корабль — замирает на экране главного зала Центра управления. И сразу поступает сообщение из района приземления:

— Наблюдаем объект!

Через несколько минут вертолеты идут на посадку к спускаемому аппарату, который, как островок в океане, лежит на белоснежной степи.

А «Салют-6» в это время завершает 18420-й виток вокруг планеты. Экипаж пятой долговременной экспедиции продолжает готовиться и ждет решений.

(Окончание следует.)



## ДЕТСКАЯ КОМНАТА С ГИМНАСТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ

В нашей семье двое детей — пяти и шести лет. Детям отдана самая большая (18 кв. м) комната нашей трехкомнатной квартиры. Мы хотим поделиться опытом устройства детской комнаты. Думаем, что он может оказаться полезным и для других семей.

Когда продумывались оборудование и планировка комнаты, мы руководствовались идеей предоставления детям с самого раннего возраста разнообразных самостоятельных развивающих занятий, в том числе спортивных.

Вот почему мы решили устроить в детской, кроме необходимых кроватей, столов, книжных полок, шкафа, такой гимнастический комплекс, который занимал бы немного места, давал возможность выполнять разнообразные упражнения и был всегда доступен детям. Обязательные условия — простота изготовления, доступность материалов и прочность, чтобы снаряды выдерживали и взрослых и детей. Конструкция должна быть такой, чтобы можно было периодически заме-

нять снаряды и регулировать их по высоте следом за ростом детей. Кроме того, необходимо по возможности обеспечить безопасность при возможных срывах. Как показал наш трехлетний опыт, если никогда не подстраховывать, но и не подзадоривать детей, то они сами будут очень точно дозировать нагрузки и определять границу допустимого риска.

С учетом всех этих соображений и была оборудована детская. На рисунке (стр. 131) показан план комнаты. В ней разместились два низких стола, две книжные полки до потолка, шкаф с детской одеждой. Около 3 кв. м занимает гимнастический комплекс. Его существенно дополняет двухэтажная кровать с перекинутыми между ней и спортивными снарядами «лианами». «Лианы» — это прочный резиновый шланг диаметром 30 мм или толстая крученая веревка.

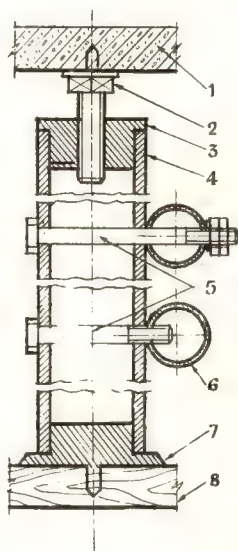
Вертикальная стойка. 1 — потолок, 2 — регулировочный болт (М 14), 3 — втулка с резьбой, 4 — труба диаметром 48 мм, 5 — болты крепления М 10, 6 — поперечины (труба диаметром 30 мм), 7 — нижняя опора, 8 — пол.

На другом рисунке показана конструкция гимнастического комплекса и тех снарядов, которые в нем использованы. Пунктиром обозначена максимальная амплитуда маха при некоторых упражнениях.

Хотим обратить внимание на два наиболее интересных, с нашей точки зрения, снаряда. Первый — тройные разновысокие брусья (с независимой регулировкой высоты каждой перекладки) в сочетании с гимнастической стенкой и вертикальными стойками. Этот снаряд позволяет ребенку лазить, используя весь объем комплекса. Второй — веревочная лестница. Она кажется нам очень удачным сооружением, заменяет и качели и трапецию, дает возможность залезать спереди и сбоку. С веревочной лестницы дети переходят на турник, на вертикальную стойку, на «лианы» и т. д.

Двухэтажная детская кровать показана схематически на следующем рисунке. Каждое спальное место накрыто ярким покрывалом, сшитым своими руками из самой простой ткани. Этой же тканью оклеены спинки кроватей, изготовленные из древесностружечной плиты.

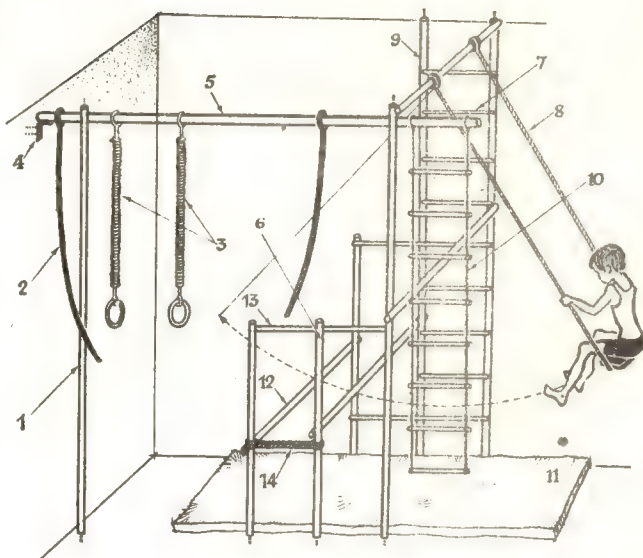
Основным материалом для гимнастического комп-



● ШКОЛА № 1 — СЕМЬЯ  
Здоровье ваших детей



Схема гимнастического комплекса. 1 — шест, 2 — «лиана», 3 — канат (или кольца, пружины, пояс для переворотов), 4 — уголок, закрепленный на стене, 5 — горизонтальная труба (длина — 3 м, диаметр — 48 мм), 6 — короткие стойки (диаметр — 21 мм), 7 — гимнастическая стенка, 8 — трапеция (или качели) с большой амплитудой маха, 9 — вертикальная стойка, 10 — веревочная лестница, 11 — поролоновый мат в чехле, 12 — три горизонтальные перекладины (разновысотные брусья), 13 — горизонтальные крепления, 14 — резиновый жгут для прыжков.



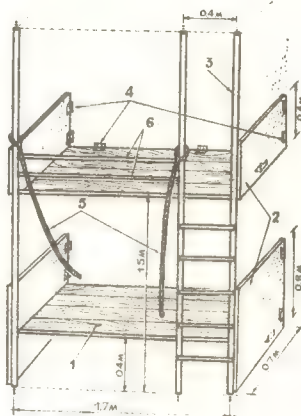
лекса и каркаса кровати послужили водопроводные трубы. Одним из важных элементов конструкции является вертикальная стойка, которая ставится враспор между полом и потолком. Для того, чтобы стойка не сдвигалась, ее штыри входят в небольшие отверстия в полу и на потолке. Особенно аккуратно следует делать разметку отверстий в трубах. От этого зависят быстрота сборки комплекса и легкость перестановки турников. При желании книжные полки и столы могут быть выдержаны в таком же стиле.

Все три года наши дети постоянно и без всякого напоминания занимаются в гимнастическом комплексе в среднем 15—30 минут в день. Они ловко и бесстрашно лезут к потолку по шесту и веревочной лестнице, кувыркаются на турнике вперед и назад, подтягиваются, делают переворот и другие упражнения, многие из которых придумывают сами. Двухэтажная кровать не только экономит место в комнате, но и служит своеобразным гимнастическим снарядом для постоянных упражнений. «Лианы», подвешенные на высоте около 1,6 м, не мешают ходить по комнате, они очень разнообразят упражнения детей.

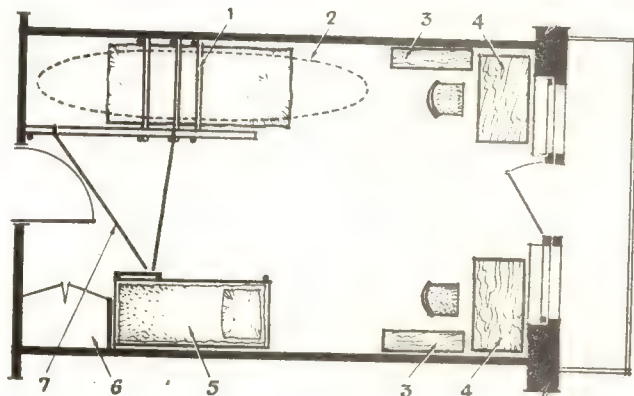
Тем, у кого в квартире меньше места, можно ограничиться сооружением двухэтажной кровати и установки горизонтальной трубы под потолком комнаты для навесных снарядов.

Л. МИНЦ  
(г. Москва).

Двухэтажная кровать. 1 — строганные доски толщиной 40 мм (170×70 см), 2 — спинки, 3 — вертикальные стойки враспор пол — потолок, 4 — крепление спинок к стене, к стойкам (уголки), 5 — «лианы», 6 — ограждение (трубы).



План детской комнаты. 1 — гимнастический комплекс, 2 — пространство, необходимое для упражнений с большой амплитудой маха, 3 — книжные полки, 4 — письменные столы, 5 — двухэтажная кровать, 6 — шкаф с одеждой, 7 — «лианы».



# СТРАННЫЙ МАЛЬЧИК

РАССКАЗ

Юрий ВЯЗЕМСКИЙ.

Уже были съедены закуски и произнесены первые тосты за здоровье именинницы, ее родных и близких. Перед горячим объявили небольшой перерыв — молодёжь удалилась в соседнюю комнату танцевать, а люди постарше остались за столом, с разрешения хозяйки достали кто трубки, кто сигареты и с удовольствием закурили.

Завязался разговор. Некоторое время он был беспредметным, пока один из гостей не упомянул о недавно прочитанной им статье известного нашего поэта. Речь в ней шла, однако, не о поэзии, а о пятилетнем или шестилетнем мальчике, который чуть ли не на каждом шагу одаривал окружающих афоризмами, удивительными по глубине и точности мысли. Некоторые из гостей, как оказалось, эту статью читали, к тому же почти каждый имел собственную точку зрения на вундеркиндов, так что на вскользь затронутую тему тут же откликнулись.

— На самом деле, это сложная проблема, — заметил незнакомый мне мужчина в массивных роговых очках с сильной дальнозоркостью. — Проблема социальная прежде всего! То есть я имею в виду, что ярко и рано проявившаяся индивидуальность, обособленная вследствие того и даже в известной мере — я не побоюсь этого слова — отчужденная от ближайшего своего окружения, неизбежно вступает в конфликт с нормативной социосредой: будь то круг сверстников, школа, семья.

Уверен, что большинство сидевших за столом не поняли высказанного суждения, но дискуссии это не повредило.

— Слава богу, мои дети не вундеркинды! — облегченно вздохнула моя соседка слева, полная женщина средних лет, с простым, приветливым лицом, мать троих детей.

— А я так считаю, — решительно заявил сидевший напротив человек угрюмой внешности, то ли инженер, то ли служащий треста, в котором работал муж именинницы, — что у нас сейчас одни вундеркинды, а нормальных детей раз, два — и обчелся. В годовалом возрасте отличил мать от отца — вундеркинд, в пять лет разучил тренькать на пианино «чижик-пыжик» — вундеркинд и так далее... Да чего тут говорить: сами из наших детей делаем вундеркиндов, а потом удивляемся, почему они вырастают такими олухами!

Кое-кто засмеялся, а моя соседка повторила:

— Слава богу, в моих детях этого ни-

когда не было. И учатся они вроде неплохо.

— Ну, вы суровы, Степан Иванович! — улыбулась именинница, обращаясь к угрюмому гостю. — Уж на ваших-то детей грех жаловаться — такие воспитанные мальчишки.

— Бросьте вы! Такие же олухи, как и все! — сердито махнул рукой Степан Иванович.

— По-моему, все-таки нельзя отрицать тот факт, что некоторые люди уже в раннем возрасте проявляют удивительную одаренность, — деликатно продолжала именинница, обернувшись к сидевшей по правую руку от нее импозантной особе в модном парике. — Вот Лаурочка, дочь всеми нами горячо любимой Альбины Сергеевны... Ведь теперь уже очевидно, что ребенок родился художником. Какие тут сомнения, если работы пятилетней девочки заняли первое место на всесоюзном конкурсе детского рисунка! А с какой радостью, с какой самоотдачей она рисует; родителям приходится силой отрывать девочку от любимого занятия и укладывать спать. Правда, Альбиночка?

Альбина Сергеевна, ничуть не смутившись нарочито привлеченным к ней вниманием, тотчас же принялась живописать последние достижения своей дочери: к славе Лаурочки она давно привыкла. Но угрюмый Степан Иванович прервал ее рассказ сердитым восклицанием:

— Робертино Лоретти!

Альбина Сергеевна обиженно умолкла, а именинница удивленно покосилась на Степана Ивановича.

— Что-то я не поняла, Степан Иванович, при чем тут Робертино.

— А при том, — еще сердитее ответил тот, — что тоже, понимаете, гремел по всему миру, в каждой, простите за выражение, парикмахерской, а как подросток, как голос у него поломался, так ни слуху, ни духу — исчез Робертино! Вот вам и проблема вундеркиндов. Цирк это, а не искусство!

За столом наступило неловкое молчание. И тут на помощь пришел мой знакомый, Николай Николаевич Полторака.

Надо сказать, что человек он довольно оригинальный. Кто он по образованию, я так, честно говоря, и не понял, хотя знаком с ним давно: историк, психолог, журналист? То я встречаю в «Вопросах философии» его сложную научную статью о моделировании человеческого мышления; то смотрю по телевизору снятый по сценарию Полторака научно-популярный фильм



зад. Его двигатель мощностью 12 л. с. позволяет машине с массой чуть большей 100 кг развить «неправдоподобную» для мотоцикла 1910 года скорость — 95 км/ч. Но для нас ММВЗ-3.112 — рядовая модель.

И среди современных мотоциклов мы встречаем модели, показатели которых нам кажутся чрезмерно высокими. Одна из таких машин — «Хонда-СВ1100R», развивающая скорость 225 км/час и способная достичь 100 км/час всего за 3,8 секунды (почти как гоночный автомобиль формулы 1). Они представляют собой авангард мотоциклетной техники, отличаются целым рядом интересных и необычных конструкторских решений.

Совсем недавно такие решения и высокие технические параметры казались нам достоянием только уникальных гоночных конструкций. Сегодня мы их встречаем на мелкосерийных моделях (таких, как «Хонда-СВ1100R», выпущено только 1200 штук), а завтра сможем увидеть и на массовых.

Что характерно для современных мотоциклов? Высокой удельной мощностью (более 100 л. с. с литра рабочего объема) своих двухтактных двигателей они обязаны эффективным системам продувки цилиндров, резонансным глушителям, лепестковым клапанам и вращающимся золотникам, управляющим впуском рабочей смеси.

В значительной степени повышают удобство управления и обслуживания автоматические трансмиссии (ременные вариаторы с раздвижными шкивами), бесконтактные системы зажигания, электрические стартеры.

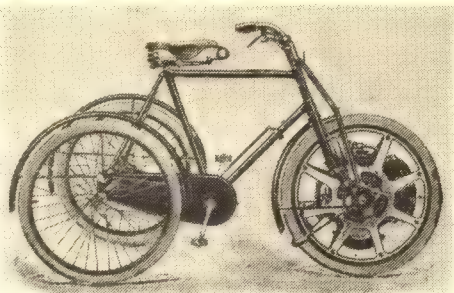
Из других усовершенствований, которые нашли на современных мотоциклах широкое распространение, достаточно назвать зубчатый ремень в передаче к заднему колесу, дисковые тормоза, отлитые из магниевого сплава колеса, водяное охлаждение двигателя.

Производство мотоциклов в настоящее время налажено во многих странах и составляет около 8 миллионов штук в год. Лидер по их выпуску — Япония. За ней идет Советский Союз.

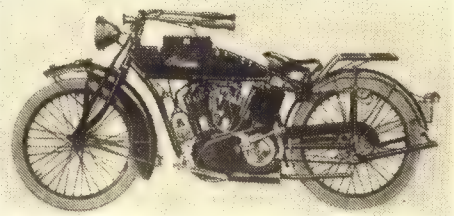
В Советском Союзе собственное мотоцикlostроение стало создаваться лишь в начале 30-х годов, а сегодня наша страна уверенно занимает второе место в мире, опережая Францию, Италию, ФРГ. Первые опытные конструкции советских мотоциклов были построены в 1925—1929 годах. Среди них надо назвать модель «ИЖ-1», от которой ведут происхождение машины ижевской марки. Объединение «Ижмаш» — самое крупное по объему производства среди девяти предприятий, которые выпускают в СССР мотоциклы, мотороллеры и мопеды. 5 мая 1981 года с его конвейера сошел шестимиллионный мотоцикл марки «ИЖ». Из более чем миллиона мотоциклов и мотороллеров, ежегодно изготавливаемых нашей промышленностью, треть дает «ИЖ».

Следующий выпуск «Мотосалона» будет посвящен мотоциклам-универсалам.

Инженер Л. ШУГУРОВ.



«СИНГЕР» (Англия). Эта фирма, известная своими велосипедами (двух- и трехколесными), в 1901 году разработала необычную конструкцию «моторного колеса». Оно состояло из двух штампованных половин, и внутри него находился двигатель рабочим объемом 200 см<sup>3</sup>. Такое колесо с усиленной передней вилкой можно было поставить на все велосипеды «Сингера».



«ИНДИАН-С3» (США). Пример использования на мотоцикле (1915 г.) трехступенчатой коробки передач, рессорной подвески обоих колес и электрического стартера. Двигатель: число цилиндров — 2; рабочий объем — 937 см<sup>3</sup>; мощность — 15 л. с. (11 кВт). Масса машины в снаряженном состоянии — 145 кг. Скорость — 75 км/ч.



ИЖ-1 (СССР). Первый экспериментальный мотоцикл, построенный Ижевским заводом в 1929 году. Он имел карданную передачу, штампованную из стального листа раму, взаимозаменяемые колеса. Двигатель: число цилиндров — 2; рабочий объем — 1200 см<sup>3</sup>; мощность — 24 л. с. (17,5 кВт) при 3000 об/мин. Масса машины в снаряженном состоянии (с коляской) — 300 кг. Скорость — 65 км/ч.



# ЧТО ЗНАЧИТ- ЛЕКАРСТВА ЛЕЧАТ?

Аптеки на территории нашей страны появились уже давно: в XIII веке в Риге, в XV — в Таллине и Львовe. В 1581 году аптека появилась и в Москве, но пользовалась ею только царская семья. Для городского же населения аптека в Москве была открыта в 1672 году, и тут же был издан указ о запрете внеаптечной продажи лекарств. В 1701 году, когда Петр I издал указ об открытии частных аптек в Москве и о запрещении продажи лекарств в зеленых (от слова «зелье») и москательных лавках, была введена так называемая аптечная монополия, которая разрешала открывать в черте города лишь одну аптеку, дабы исключить конкуренцию в столь важном деле, как лечение горожан, и разнотолки в назначении снадобий.

Сейчас в одной только Москве свыше четырехсот аптек. И в каждой из них сотни лекарств, многие из которых можно купить без рецептов и которые мы привыкли держать дома, в своих домашних аптечках. Но вот перед нами в аптечной витрине указатель лекарств, продаваемых без рецептов: «от головной боли», «от гриппа», «сердечно-сосудистые», а под указателями целая россыпь упаковок с пилюлями. Какую взять? Одни покупатели уверены, что знают сами, другие советуются с аптекарем, третьи заранее спрашивают у своего лечащего врача.

И все-таки почему так много лекарств от одного и того же, казалось бы, недуга предлагается одновременно? Редакция предполагает опубликовать серию материалов о препаратах, давно и привычно занимающих свои законные места в самых разных аптечках: домашних, автомобильных, цеховых и т. д. Но прежде попытаемся разобраться: что значит — лекарства лечат! Об этом рассказывает публикуемая статья.

Лауреат Государственной премии СССР, доктор медицинских наук В. ПРОЗОРОВСКИЙ (г. Ленинград).

Воздействие лечебных препаратов на организм зиждется на трех принципах. Поэтому и лекарства, которыми располагает современная фармакология, разделяются на три типа.

## 1. ВОЗМЕЩАЮЩИЕ ЛЕКАРСТВА

«Голод есть болезнь, ибо все, что приносит человеку тяжесть, называется болезнью. Какое же лекарство от голода? Очевидно, то, что утоляет голод. Но это делает пища, поэтому в ней заключается лекарство». Так учил отец медицины великий древнегреческий врач Гиппократ. Это, конечно, не значит, что мы трижды в день заболеваем и трижды излечиваемся. Речь идет о голоде, вызывающем болезненное истощение — дистрофию. Ее так просто за столом не вылечить. Нужно специальное лечебное питание и лекарства.

Причиной дистрофии в наше мирное время обычно бывает не недостаток пищи, а болезни. Они могут вызывать истощение всего организма (особенно легко у детей) или отдельных органов. Известен, к примеру, такой диагноз: дистрофия миокарда. Это не что иное, как болезнь сердечной мышцы из-за нарушения ее питания. Лечат ее глюкозой, витаминами, оротатом калия и другими препаратами.

Кто-то из читателей, вероятно, замечал, что дети иногда с удовольствием едят мел. Это не дурная привычка, а признак нездоровья. Ребенок старается восполнить мелом недостаток в пище солей, в частности, солей кальция. Не из-за плохого питания, а из-за роста. Ребенок быстро растет, и для

образования костей ему нужно кальция и фосфора больше, чем взрослому человеку.

То же бывает и с женщинами во время беременности. Растущий плод требует кальция, да так настойчиво, что если не ввести его дополнительно в виде лекарства, то у матери начинают крошиться зубы и размягчаться кости. А лекарство продается в любой аптеке и без всякого рецепта. Это глюконат и глицерофосфат кальция. Ну и, конечно, диета, в первую очередь творог, содержащий много кальция.

Нехватка кальция и лечение связанного с этим заболевания приведены как типичный пример частичного голодания на фоне сытости. Человек вроде бы и сыт, но чего-то ему недостает. Нужно ведь его организму много разных веществ. Не только белки, жиры и углеводы, но и соли и витамины...

Особенно часто не хватает витаминов. Заболевает человек гриппом или острым респираторным заболеванием — его организм начинает усиленно использовать из своих резервов аскорбиновую кислоту. Чтобы быстрее поправиться, больному нужно немедленно ликвидировать «прорыв».

Более всего в витаминах нуждаются маленькие дети, и особенно при искусственном вскармливании. На первом месте по частоте возникновения недостаточности, которая может привести к болезни, стоит витамин D. Его нехватка приводит к заболеванию рахитом. При рахите резко снижена сопротивляемость детского организма к заразным болезням. Нарушаются функции кишечника, печени и даже сердца ребенка. Поэтому малышам и назначают витамин D. И обязательно солнце, под влиянием которого он вырабатывается в коже.

## ● ВАШЕ ЗДОРОВЬЕ





Провизоры за приготовлением лекарств.

Речь пока все шла о веществах, которые человек получает извне, с пищей. Но ведь и сам он — настоящая химическая фабрика. В его организме непрерывно вырабатываются тысячи разнообразных веществ. Часть из них участвует в пищеварении (достаточно вспомнить соляную кислоту желудочного сока). Часть поступает в кровь и так или иначе влияет на функции человеческого организма. Это гормоны. Снижается выработка сока или гормона — и возникает болезнь. Пропадает соляная кислота в желудке — и пища плохо переваривается. Это болезнь ахилиа («а» — не, «хилос» — кислота). Прекращается синтез гормона инсулина в поджелудочной железе — не усваивается сахар. Это диабет, болезнь весьма распространенная.

Но недостатку можно возместить. Выпил перед едой соляную кислоту, купленную в аптеке, — и пищеварение наладилось. Ввел раствор инсулина — и сахар вновь заработал как источник энергии тела. Это лекарства возмещающего типа.



В рецептурном отделе аптеки.

## II. ОБЕЗВРЕЖИВАЮЩИЕ ЛЕКАРСТВА

Человек устроен весьма совершенно, но тем не менее далеко не всегда может сам защищаться от многочисленных паразитов: клещей, глистов, грибов, простейших, микробов, вирусов. Они поселяются в волосах, на коже и в коже, в кишечнике, мозге, крови, вызывают многочисленные, порой смертельные заболевания, которые объединены в одну группу заразных болезней.

Чтобы вылечить человека от таких болезней, надо убить паразитов. Или хотя бы подавить их зловредную деятельность, а организм сам сумеет от них освободиться. Следовательно, нужны лекарства, которые действовали бы на это живое болезнетворное начало, обезвреживали бы его. Такие лекарства есть. Это противоглистные, противогрибковые, противомаларийные, противомикробные, противовирусные и другие, теперь многочисленные средства.

Некоторые лекарства предназначены для наружного применения. Самым типичным и распространенным наружным дезинфицирующим средством всегда был йод. Теперь он вытесняется бриллиантовой зеленью, или попросту «зеленкой». Внутренние средства выпускаются в таблетках или ампулах для инъекций и, как правило, выписываются врачами. Принимать наружные средства внутрь (пить раствор марганцовки, например, чтобы воздействовать на микробы в кишечнике) не следует. Хотя это и не опасно, поскольку раствор обычно берется слабый, но бессмысленно. Для борьбы с микробами внутри организма есть специальные лекарства.

Существует еще одна вредность, которая проникает в организм человека извне, —



яды. С развитием химии во всем мире ядов становится все больше. Тут и ядохимикаты для борьбы с сельскохозяйственными вредителями, и промышленные отходы, и бытовая химия, и сами лекарства. Отравляются люди и алкоголем.

На большинство ядов есть свои противоядия. Это тоже лекарства, ибо отравление — болезнь. Разница лишь в том, что живых паразитов лекарство убивает, а яд связывается им, нейтрализуется. Хорошо известно, что кислоты нейтрализуются щелочами, а щелочи — кислотами. Очень широко распространено мнение, что все яды можно связать молоком. Оно ошибочно: молоко связывает лишь те яды, которые содержат металлы, вроде свинца или ртути.

Гораздо активнее и универсальнее связывает яды карболен — активированный уголь, который должен быть в каждой аптеке, в каждом доме. Ложка угольного порошка нейтрализует несколько смертельных доз такого сильного яда, как стрихнин. Если нужно оказать помощь, карболен разбалтывают в воде и дают выпить отравившемуся.

Это лекарства обезвреживающего типа.

### III. РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЛЕКАРСТВА

Представьте теперь, что у вас волшебная палочка. С ее помощью можно управлять организмом человека. Не настолько, конечно, чтобы сказать больному: «Встань и будь здоров», — но все же вы можете регулировать многие функции и отправления организма. Не ошибусь, если предположу, что вы начнете с традиционного вопроса: «На что жалуетесь?» — это же ведь так естественно! Температура повышена? Пожалуйста. «Палочка, понизь температуру до нормальной!» Что еще? Нет аппетита? Пусть будет! Кашель? Устранить! Словом, если есть палочка, то спустя 10 минут больному уже и жаловаться будет не на что. Вы все исправите.

Фантазии фантазиями, но, по существу, такая волшебная палочка есть. Это лекарства, регулирующие функции человеческого организма. Не действуя прямо на причину болезни, они дают возможность врачу наладить расстроенный болезнью ход жизненных процессов. Тут ускорить, там замедлить, тут ослабить, а здесь поддержать. И это очень важно. Сколько людей погибло только из-за того, что им не успели вовремя ввести лекарство, расширяющее сосуды или сжимающее боль!

С помощью современных лекарств врач может вмешиваться практически в любые, самые глубинные процессы во всех органах. Даже чувства и переживания человека поддаются управлению лекарствами. Другое дело, что назначать все эти препараты значительно сложнее, чем это кажется. Приступая к регулированию, нужно уметь отделить вредные последствия болезни от целесообразной защитной реакции организма.

Обратимся к тому же больному, которого вы пытались лечить волшебной палочкой. Повышение температуры при многих забо-

леваниях есть ценнейшее проявление сил сопротивления. Если температура не превышает 38°, то, по последним научным данным, снижать ее нежелательно. А вот если поднимается выше 38°, то нужно назначить жаропонижающее средство. Исчезновение аппетита — тоже защитная реакция, особенно при желудочно-кишечных заболеваниях. Здесь голод — первое лекарство. Кашель способствует отхождению мокроты. Если его подавить, то воспаление бронхов легко может перейти в воспаление легких. Конечно, если кашель сухой, только спать мешает, а ничего не болит, то его можно устранить, а при переломе ребер избавиться от него уже необходимо. Но это все простые случаи.

Далеко не всегда лечебное влияние направлено прямо противоположно болезненному симптому: усиленное ослаблять, а ослабленное усиливать. Надо знать сущность болезненного процесса и умело направлять его в желательную сторону, независимо от отдельных проявлений, кажушихся, может быть, даже более важными.

Основное средство лечения гипертонической болезни, к примеру, отнюдь не то, что расслабляет мышцы сосудистой стенки, как было еще недавно, а то, что гонит мочу. Воистину, «в огороде бузина, а в Киеве дядька»! Но оказывается, что при приеме мочегонных препаратов из стенок сосудов удаляются лишние соли, которые и являются причиной их спазма.

Когда болит сердце, назначают средства, ослабляющие и замедляющие его работу, при кашле раздражают кожу, при раздражении кожи успокаивают нервную систему. И — совсем уж странно — при поносе назначают слабительные средства! Эти лекарства лечат болезнь потому, что регулируют функции организма. Они-то и составляют основную сокровищницу лекарственной медицины. Это болеутоляющие, жаропонижающие, сосудорасширяющие и сосудосуживающие, регулирующие работу сердца, усиливающие аппетит и подавляющие чувство голода и т. д. и т. п.

Среди огромного множества лекарств есть и такие, которые могут одновременно проявлять несколько свойств. Витамины, например, не только восполняют недостающее, но и регулируют раздраженное, скажем, повышают свертывание крови или увеличивают сопротивляемость инфекциям.

Есть еще группа препаратов, которые сами по себе не лечат, а лишь помогают лечению и диагностике. Например, средства, применяемые для наркоза во время операции. Или средства, используемые рентгенологами для того, чтобы ярче и контрастнее можно было увидеть на экране тот или иной внутренний орган. Это рентгеноконтрастные вещества. Но это особая группа препаратов специального назначения.

Итак, лекарства лечат потому, что они либо восполняют организму недостающее, либо обезвреживают воздействующее на него вредоносное начало, либо регулируют его жизнедеятельность в благоприятном для него направлении, в результате чего состояние больного облегчается и выздоровление ускоряется.





## ● РАССКАЗЫ О ПОВСЕДНЕВНОМ

# «ЖЕМЧУГ» ДЛЯ ЗУБОВ

Репортаж специального корреспондента  
журнала Н. ЗЫКОВА.

### ГОРОД ДЕЛФТ (НИДЕРЛАНДЫ)

Представляя сегодня туристам город Делфт, гиды говорят примерно так:

— Ауде керк, Ньиве керк — две готические церкви — и ратуша — вот основные, но не главные достопримечательности. Главное то, что здесь, в Делфте, триста лет назад Антони ван Левенгук сделал первый микроскоп и увидел невидимое простым глазом...

Антони ван Левенгук рассматривал в свой микроскоп все, что было под рукой, и систематически описывал в дневнике увиденное. Однажды он положил под линзу соскоб с зубов и записал, что его поразило обилие копошащихся «зверушек». Протерев по обыкновению после еды зубы тряпочкой с солью, Антони ван Левенгук снова положил под микроскоп соскоб с зуба и увидел знакомую картину, но с той раз-

ницей, что «зверушки» были неподвижны — мертвы.

В лаконичных строчках дневника, переданного в Лондонское Королевское общество, Левенгук описывал обилие увиденных им «зверушек» на гнилых зубах у людей, которые никогда не следили за своим ртом, сообщал о своем опыте и предлагал чистить зубы солью...

Триста лет назад не было принято особенно ухаживать за своим ртом, и Антони ван Левенгук был одним из немногих, кто по наитию занимался гигиеной полости рта. Он дожил до глубокой старости и никогда не жаловался на зубную боль.

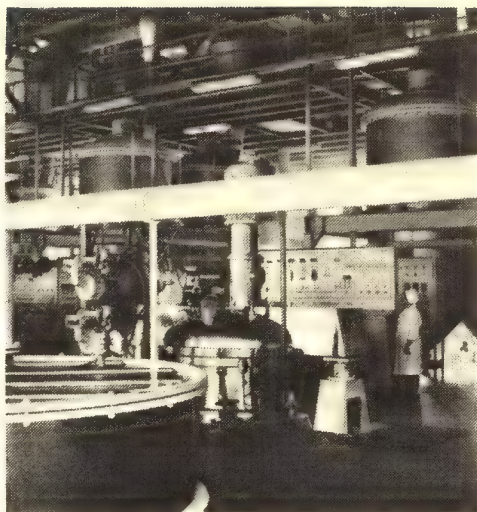
### МЕЛ НА СМЕНУ СОЛИ

После еды, особенно после сладкого блюда, чистить зубы солью по примеру господина Левенгука большого удовольствия не доставит. Кроме того, врачи нашли, что обработка рта солью далеко не всем полезна. Пересмотрев массу материалов, стоматологи остановились на меле — только ему они доверили деликатную роль чистильщика зубов.

### К СЛОВУ О ЗУБНОЙ ЩЕТКЕ

Сегодня как-то трудно представить, что было время, когда в аптекарских и галантерейных магазинах продавался в широком ассортименте «зубной мел» в ярких металлических и картонных коробочках, а зубные щетки отсутствовали. Их просто не существовало: не изобрели еще. Зубы чистили мелом с помощью тряпочки — так, как триста лет назад Левенгук.



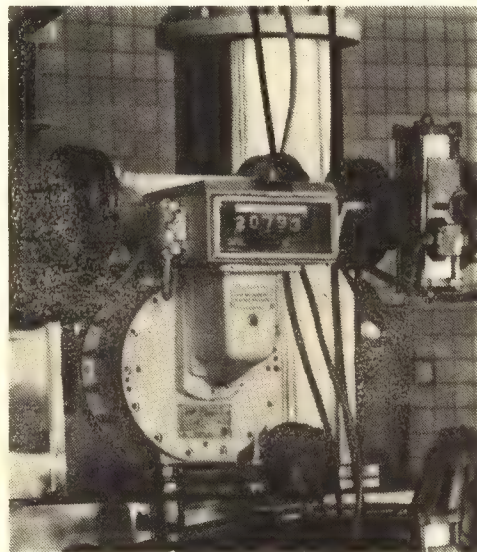


Зубная щетка и методика чистки ею зубов «вверх-вниз» родились в конце прошлого века, а в 1929 году в США Вильям Ф. Штихт изобрел электрическую зубную вибрирующую щетку и получил на это изобретение патент.

Подробно о современной виброщетке для зубов уже рассказывалось в журнале «Наука и жизнь» — статья называлась «Электрическая зубная щетка — роскошь ли это?» (см. «Наука и жизнь» № 10, 1968 г.). Виброщетки из-за сложности устройства много дороже обычных, но зубы они очищают блестяще.

Зубные щетки выпускаются разными по размеру и твердости щетины. Жесткость щетки подбирается индивидуально: в зависимости от того, насколько обильно откладываются зубной налет и камень.

Из гигиенических соображений врачи рекомендуют щетку после чистки зубов промыть теплой водой и намылить, а перед следующей чисткой мыло смыть.



Обилие света и блеск стальных реакторов вызывают желание сравнить цех приготовления зубных паст с операционной. Всем процессом загрузки реакторов и производства пасты руководит один оператор, нажимая кнопки на дистанционном пульте управления. На мнемосхеме пульта сигнальные огоньки сообщают о происходящем в реакторе процессе. В тот день, когда делались эти снимки, реакторами управляла аппаратчица Лидия Чаплыгина.

## ОТ МЕЛА К ПАСТЕ

«Зубной мел» от обычного малярного долгое время отличался лишь тем, что был расфасован в небольшие красочные коробочки. Затем, чтобы облагородить его, аптекари стали добавлять в него ароматические вещества и называли «зубным порошком».

Зубные порошки прочно вошли в быт. И вдруг в 1920 году стоматологи Парижа отметили внезапный скачок заболеваний десен — словно началась эпидемия стоматита. Проверка показала, что заболевали те, кто чистил зубы определенным сортом порошка: в меле оказались микробы, вызывавшие воспаление слизистой рта.

Вспышка стоматита стимулировала изобретение рецептов зубных паст. Слово «изобретение» здесь не случайно: не так-то просто оказалось найти компоненты, из которых можно было бы приготовить однородную устойчивую желеобразную массу с основой из меловой пудры — мягкого абразива, очищающего зубы.

В первых зубных пастах желеобразователем служил крахмал. Из него на водном растворе глицерина готовили клейстер. Сейчас в составе паст крахмала нет, а есть идеальный стабилизатор глинистых суспензий — совершенно безвредная натриевая соль карбоксиметилцеллюлоза (продукт взаимодействия целлюлозы с монохлоруксусной кислотой).

Нежность консистенции пасты зависит от поверхностно-активного вещества в ее составе. Первоначально использовалось обычное мыло, а сейчас — безвредные натриевые соли сульфированных жирных спиртов, в частности натрий-лаурилсульфат. Именно он позволил выпускать пенящиеся пасты, отличающиеся особой очищающей способностью.

Аромат и вкус зубным пастам обеспечивают специфические добавки — ментол, различные эфирные масла, в том числе мятное, анисовое, цитрусовое. Определенная группа антисептических средств и биологически активных веществ придает пастам лечебно-профилактические качества.

Зубная паста, соединив в себе качества дезинфектора, очистителя, освежителя и дезодоранта, оказалась лучшим средством для ухода за зубами и деснами. Никакие зубные порошки конкурировать с ней не могут.

Электронные счетчики, установленные на дозирующих устройствах в реакторах, с высокой точностью отмеряют заданное рецептом количество ингредиентов.



## КАКИЕ БЫВАЮТ ПАСТЫ

Рассказывает главный технолог производственного объединения «Свобода» Евгения Владимировна КАБАНОВА.

Весь ассортимент зубных паст делится на два класса: пасты гигиенические и лечебно-профилактические.

Гигиенические, как ясно из названия, служат для очистки зубов от остатков пищи и освежения полости рта. Крупнейшее в нашей стране московское объединение парфюмерной промышленности «Свобода» выпускает в группе гигиенических пенящиеся пасты — «Московская» и «Олимп», непенящиеся — «Мятная», «Семейная», «БАМ» («С добрым утром!», «Мойдодыр», антисептические (в их составе антисептик бороглицерин или параформальдегид) — «Бороглицериновая», «Ягодка», «Ну, погоди!», «Апельсиновая». В их числе специально детские: «Ягодка», «Ну, погоди!», «С добрым утром!» и «Мойдодыр». Эти пасты буквально вкусные, и в них уменьшена доля мела.

Лечебно-профилактические пасты бывают двух видов: антикариесные и противовоспалительные — укрепляющие десны и слизистую полость рта.

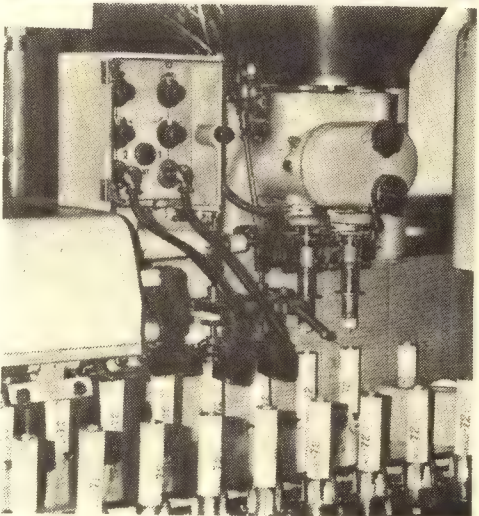
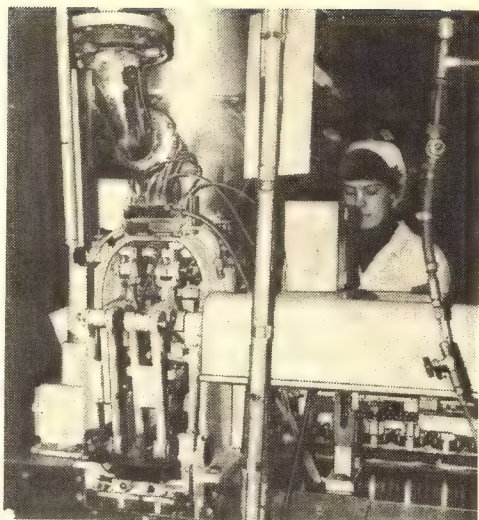
Антикариесные: пенящаяся паста «Арбат», непенящиеся «Жемчуг», «Фтородент» и «Чебурашка» — специальная паста для детей. Основной активный компонент в этих пастах — глицерофосфат кальция, а «Фтородент» и «Чебурашка» содержат еще и фтористый натрий. Их рекомендуется применять, посоветовавшись с врачом-стоматологом.

Противовоспалительные: пенящиеся «Новинка-72» и «Спутник», непенящиеся — «Лесная», «Экстра» и «Прима». Активными компонентами в этих пастах служат различные витамины и провитаминные концентраты, в том числе пантотенат кальция — витамин В<sub>5</sub> и хлорофилло-каротиновая смесь, получаемая из игл хвойных деревьев.

## КАК ДЕЛАЮТСЯ ПАСТЫ

В гигантские реакторы из нержавеющей стали система вакуум-насосов подает в точном соответствии с рецептурой воду, глицерин, натрий-карбоксиметилцеллюлозу, чистейший химически осажденный мел и все необходимые для данного вида пасты специфические добавки. Затем все тщательно перемешивается, и желеобразная смесь выстывает — созревает — в реакторах в течение суток. Из реактора готовую зубную пасту насосы перекачивают в бункеры расфасовочных автоматов. Эти машины наполняют тюбики пастой, запечатывают тюбики, складывают коробочку, вставляют тюбики в коробочку, формируют из коробочек с пастой блоки и считают готовую продукцию. Человек в этом процессе участвует лишь как контролер.

В заключение нельзя не заметить, что на сегодняшний день отечественные зубные пасты по всем параметрам, в том числе по технологии производства, стоят в ряду лучших в мире зубных паст.



На фото (сверху вниз): расфасовка зубной пасты «Новинка-72» на тубонаполнительном автомате; транспортер пульсирующим движением направляет тубы под шприцы, а фотозлементы контролируют положение наполненных туб, готовых к следующей операции — запечатыванию; конечная операция на участке — упаковка готовой продукции в блоки. За работой автомата следят операторы Н. Чуенкова и С. Ломанина.





# ГОЛОСА МОЛЧАНИЯ

Институт экспериментальной медицины АМН СССР (Ленинград) — старейший в нашей стране центр медицинской науки с широкой научной тематикой и многосторонним подходом к изучаемым проблемам. В № 10 1981 года журнал рассказал о том, как создавался один из молодых отделов института — Отдел нейрофизиологии человека. В этом номере речь пойдет о той работе Отдела, которая связана с диагностикой и лечением тяжелых заболеваний мозга.

## Е. МАНУЧАРОВА.

Знакомство с работами доктора медицинских наук Владимира Михайловича Смирнова (одного из ветеранов Отдела нейрофизиологии человека ИЭМа) всегда радостно — с его пациентами, возвращенными к жизни, с его научными трудами. Логика, системность, огромный фактический материал истории болезней (судьбы излеченных людей), строгая аргументированность теоретических выводов — это привлекает к монографиям Смирнова и академиков и молодежь, для которых его книги — учебники и путеводители в трудной науке о мозге.

В первые годы у Отдела были пациенты только в одной из городских клиник. Сейчас — в нескольких. ИЭМ открыл и собственную больницу — главную свою клиническую базу. Комплексный метод института экспериментальной медицины АМН СССР применяют теперь в других городах. Нейрохирурги из Кемерова и Омска, Каунаса и Минска, Новокузнецка и Улан-Удэ приезжали в Отдел к Наталье Петровне Бехтеревой для овладения разработанными здесь методами.

Сегодня я могу посмотреть, как Смирнов ведет диагностические исследования мозга у паркинсоников, у больных с нарушением мышечной координации (непреодолимым дрожанием и напряжением мышц). Считается, что одна из причин этого страдания — отмирание нейронов в той зоне мозга, которая называется черной субстанцией. Другая — недостаток в мозге активного вещества допамина, нарушение биохимического баланса мозга.

Иду вслед за Владимиром Михайловичем в процедурную. На кровати лежит больной с вживленными электродами. У пациента, которого я вижу, состояние тяжелое. Обе руки и обе ноги ходят ходуном так, что сотрясается кровать, на которой он лежит. Однако через час, когда обследование закончено, когда на все точки, в которые вживлены электроды, поданы стимулирующие токи, этот жуткий тремор остановлен... На кровати — обычный человек, он отдыхает от непрерывного утомительного дрожания... Он улыбается и с видимым удовольствием выполняет приказы Смирнова — вытянуть перед собой руки, поднять их вверх, дотронуться то одной, то другой рукой до носа... Только в поднятом

положении руки еще продолжают дрожать.

Конечно, это не означает, что больного за час излечили. Впереди будут еще долгие обследования — поиск нужного количества таких же активных точек в мозге.

По реакции организма пациента Смирнову ясно, какие из точек нейтральны, а какие понадобятся для лечения. Это невозможно определить заранее, до пробного, предварительного «разговора» с мозгом. Дело опять-таки в индивидуальных сочетаниях жестких и гибких звеньев. Точный (в данном случае точный!) диагноз требует электроразговора с отдельными микроэлементами. Само лечение начинается тогда, когда диагностический зондаж закончится и токи пойдут к тем точкам, специальность которых выяснена. Кроме того, будут подобраны лекарства, которые помогут мозгу справиться с биохимическими сбоями. Все это вместе приведет к тому, что функциональная система движения снова заработает, мышечная координация восстановится и человек опять станет хозяином своих рук и ног.

Но это придет только тогда, когда врачи справятся с «устойчивым патологическим состоянием». Организм, как правило, старается поддерживать устойчивое нормальное состояние — свой гомеостаз. Но затянувшаяся болезнь приводит к тому, что организм вынужден приспосабливаться к ней, лишь бы выжить. И тогда реакция человека (обычно поддерживающие его гомеостаз) направляются на «компенсацию» болезни. В живых системах есть такая способность постепенно, но прочно адаптироваться к изменяющимся условиям. Именно постепенно и прочно. Этот механизм отработан эволюцией — в ее процессе погибали те существа, которые слишком быстро менялись в ответ на изменения среды. И теперь человеческий организм упорствует даже тогда, когда источник болезни уже уничтожен, когда исправлен элемент, сломавшийся в организме.

Патологическое состояние тоже закрепляется в памяти — оно как бы впечатывается в новую матрицу. И дальше все идет по тем же принципам, по каким обычно работает мозг. Он не тратит сил на то, что переведено в автоматический режим. Память (в данном случае — память болез-



# С Н Е Г

Кандидат географических наук М. СОФЕР.

Под голубыми небесами  
Великолепными коврами,  
Блестя на солнце, снег лежит...  
А. ПУШКИН.

## СКОЛЬКО ВЕСИТ СНЕЖИНКА И СКОЛЬКО ВЕСИТ ВЕСЬ СНЕГ

«Белый снег пушистый в воздухе кружится и на землю тихо падает, ложится». И кажется, нет ничего невесомее крохотных снежинок. Упадет на руку — даже не почувствуешь. Весит около миллиграмма, редко — 2—3 миллиграмма. Тонкая сетка снежинок словно висит в воздухе, снежинки все падают и падают. И вот их уже миллионы, миллиарды... За несколько часов огромные пространства суши могут оказаться под снежным пушистым одеялом. Сколько же весит снег теперь? «Пуховое» одеяло стало похожим на тяжеленные гири, способные повлиять на скорость вращения Земли.

Например, в августе, в период наименьшей заснеженности Земли, когда в северном полушарии еще лето, а в южном — конец зимы, снегом бывает покрыто 8,7 процента всей поверхности планеты (из них 7 процентов в южном полушарии и 1,7 процента — в северном), по площади это  $44 \cdot 10^6$  квадратных километров, а весит та- кой покров 7400 миллиардов тонн.

К концу зимы в северном полушарии масса сезонного снега достигает 13 500 миллиардов тонн, а площадь снежного покрывала —  $95 \cdot 10^6$  квадратных километров. При этом из 19 процентов территории Земли, покрытой снегом, 15,2 процента приходится на северное полушарие и 3,8 процента — на южное. Цифры показывают, что снежный покров северного полушария и обширнее южного и гораздо изменчивее. Его площадь изменяется в течение года в 9 раз, а южного — лишь вдвое.

Снег оказывает влияние на Землю не только своим весом. В планетном масштабе он подобен громадному зеркалу, отражающему в космос почти 90 процентов лучистой энергии Солнца. Такой высокой отра-

жательной способностью (альбедо) не обладает больше ни одно естественное тело. Свободная же от снега суша отражает только 10—20 процентов. Отсюда понятно, что количество тепла, получаемого Землей от Солнца, сильно колеблется в зависимости от того, как изменяются площади снегов.

Это звучит парадоксально, но зимой холодно главным образом от рожденного холодом снега. Снежное покрывало, которое принято считать теплым и которое действительно спасает от морозов растения и животных, на самом деле — в масштабах всей Земли — значительно способствует выхолаживанию планеты: оно надолго изолирует от солнечных лучей обширные территории. Например, в умеренных широтах в ясный апрельский день поступает вполне достаточное количество солнечного тепла для того, чтобы почва оттаяла, прогрелась и чтобы прогрелся прилегающий слой воздуха. Но, пока лежит снег, почва остается мерзлой, а воздух холодным, да и сам снег тает очень медленно. По мере таяния альбедо снега постепенно уменьшается за счет увлажнения и загрязнения его поверхности, к концу весны доходит до 30 процентов.

Кстати, именно здесь кроется путь искусственного ускорения таяния снега. В сельском хозяйстве, на промышленных предприятиях используют запылители (сухую каменноугольную или древесную золу), способствующие быстрому таянию снега.

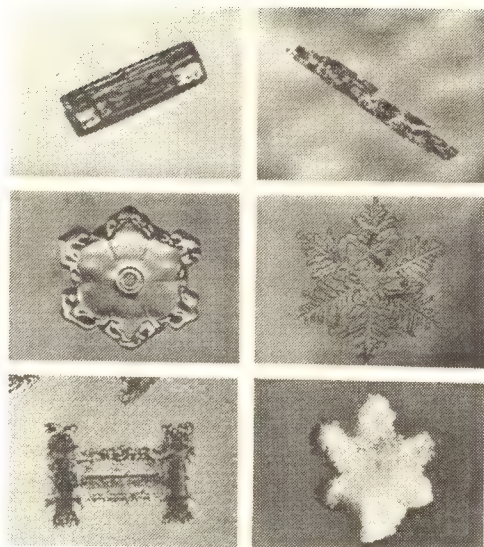
## ОТ СНЕЖИНКИ ДО ЛЬДА

...Он лег на землю и на  
крыши,  
всех белизною поразив,  
и был действительно он  
пышен  
и был действительно красив...

Е. ЕВТУШЕНКО.

В 1611 году немецкий астроном И. Кеплер опубликовал сочинение «Новогодний подарок, или о шестиугольном снеге». Там он говорит о формах снежинок, задумывается





На образование, рост, форму снежинок влияет множество факторов. Зародыши снежинок — кристаллики льда — имеют шестигранную форму. Если особенно интенсивно начинает расти основание кристаллика, то получается кристаллик вытянутой формы или иглы (два рис. вверху). Если быстрее растут грани, образуются плоские снежинки (рис. во втором ряду). Когда снежинки растут при меняющихся температурах, они часто имеют самые причудливые очертания, например, типа заповони (рис. внизу слева). Наконец, если, падая сверху, снежинка прихватывает капельки переохлажденной воды, они примерзают к ней, исходная форма кристаллика сильно искажается (рис. внизу справа).

над вопросом: «Отчего снег шестиуголен?» и отвечает сам: «Вещь эта мне еще не открыта». В наше время, хотя с тех пор прошло более чем три столетия, специалисты говорят, что им приходится повторять этот ответ Кеплера.

Как же образуются снежинки? Первоначально вокруг ядер кристаллизации (мельчайших инородных частичек) возникают зародышевые ледяные кристаллы. Перемещаясь вверх-вниз, они попадают в слой воздуха с переохлажденными капельками воды. Здесь будущая снежинка начинает интенсивно увеличиваться в размерах за счет сублимации (идет процесс непосредственного перехода водяного пара, содержащегося в воздухе, в твердую фазу — в снег). При этом выпуклые участки снежинки растут быстрее. Так, из первоначально шестигранной пластинки вырастает шестилучевая звездочка. Сталкиваясь на своем пути с пе-

реохлажденными мелкими капельками, снежинка упрощается по форме. Если столкнется с крупной каплей, может превратиться в градинку.

Множество факторов влияет на образование и рост снежинок, потому так велико разнообразие их форм. В лучших коллекциях микрофотографий насчитывается более 5 тысяч снимков снежинок, отличных друг от друга. Однако даже специалисты лишь приблизительно представляют, как форма и размер снежинки отражают историю ее жизни.

Известно, что еще в воздухе снежинки непрерывно изменяются. В зависимости от погодных условий в разных местах выпадает «свой» снег. В Прибалтике и в центральных областях, например, часто идет снег в виде крупных, сложной формы разветвленных снежинок, иногда мохнатых хлопьев.

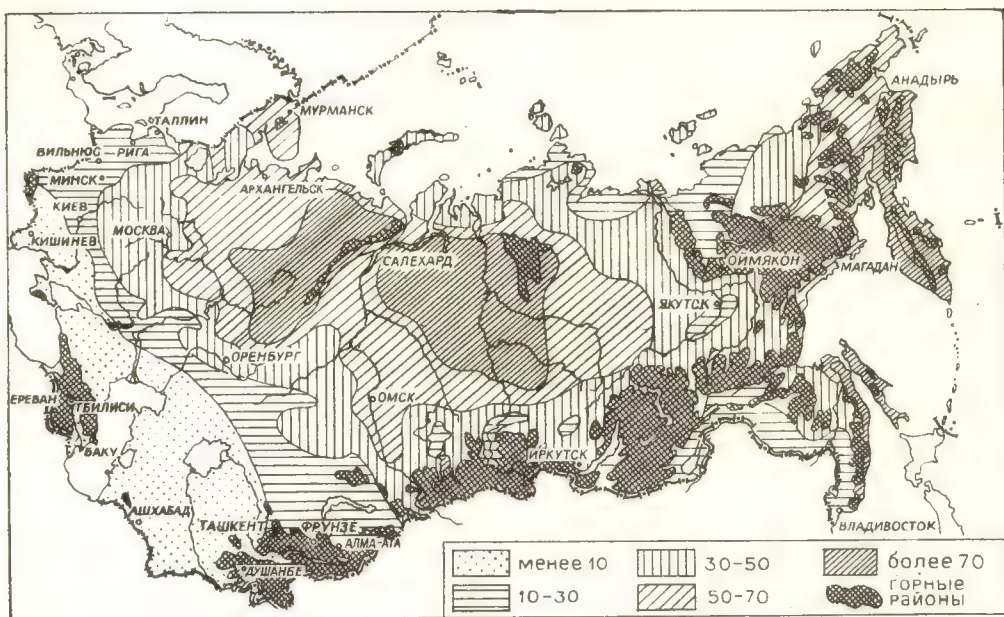
Весной 1944 года в Москве выпали хлопья размером до 10 сантиметров в поперечнике, они были похожи на небольшие медленно кружащиеся блюдца. Такая снежинка, упав на черный тротуар, давала большое белое пятно, словно брошенный снежок. В Сибири наблюдались снежные хлопья диаметром до 30 сантиметров. Они походили на медленно падающие с неба шапки из белого пушистого меха. Высокие, рыхлые сугробы росли просто на глазах.

Полнейшее безветрие — необходимое условие такого феномена. Снежинки долго кружатся в воздухе, то поднимаясь, то опускаясь. Чем дольше они путешествуют, тем больше сталкиваются и сцепляются друг с другом. Малейший ветерок, а уж тем более порывистый ветер, разрывает такие хлопья на отдельные части. Поэтому при низкой температуре и сильном ветре снежинки сталкиваются в воздухе, крошатся и падают на землю в виде обломков. Случается, если мороз около  $40^{\circ}\text{C}$ , за-

Снежные лавины, обвалы чаще всего возникают не тотчас после обильного снегопада, а через несколько дней после него. За это время в структуре снега происходят некоторые изменения. Под действием веса и трения исчезают, ломаются сцепления между тонкими лучиками снежинок. Под влиянием термодинамических процессов снежинки постепенно округляются, превращаются в мелкие сыпучие зерна.







рождающиеся в атмосфере кристаллики льда выпадают в виде «алмазного пыли». Так, в Центральной Якутии в ясную морозную погоду выпадают тоненькие ледяные иголки, образующие на земле слой пушистого снега.

Плотность его ничтожно мала — около  $0,01 \text{ г/см}^3$ . Обычная плотность свежевыпавшего снега  $0,05 \text{ г/см}^3$ . Плотность снега, выпавшего во время метели, доходит до  $0,12$ — $0,18 \text{ г/см}^3$ , а если ураган бушует многие сутки подряд, то и до  $0,40$ — $0,45 \text{ г/см}^3$ .

Любой лыжник знает, что лесной снег отличается от снега на равнине. В сибирской тайге, где не бывает зимних оттепелей, средняя плотность метровой толщи снега местами не превышает  $0,10 \text{ г/см}^3$ . В степях и в тундре метели сильно уплотняют снег, там высота снежного покрова значительно меньше, а плотность — в 2—4 раза больше.

На Крайнем Севере снег бывает настолько твердым, что топор при ударе по нему звенит, словно ударили по железу. Такой снег шлифует поверхность почвы, ранит растения. А в Антарктиде выпавший 3—4-метровый слой снега за несколько дней становится таким плотным, что его с трудом вспарывает тяжелый нож мощного бульдозера.

Очень быстро меняется плотность снега в период весеннего таяния: от  $0,35 \text{ г/см}^3$  в начале,  $0,45 \text{ г/см}^3$  в разгар,  $0,5$ — $0,6 \text{ г/см}^3$  в конце снеготаяния.

Практически уже при так называемой первой критической плотности —  $0,55 \text{ г/см}^3$  снег перестает быть собственно снегом. Вторая критическая плотность (около  $0,75 \text{ г/см}^3$ ) наступает при таком близком расположении ледяных кристаллов, что происходит замыкание воздушных пор. При этом воздух уже не может вытесняться из снега, и он оказывает упругое сопротивление сжатию. Дальнейшее уплотнение возможно лишь при деформации ледяных частиц под

Наибольшая высота снежного покрова (в см) на территории СССР.

давлением вплоть до слияния их в монолитную поликристаллическую породу — лед.

Если хотят создать особо прочные сооружения из снега, его искусственно уплотняют. При этом разрушаются связи между зернами снега и в самих зернах. Образуется более однородная масса из округлых зерен, которые даже без давления лучше «упаковываются».

Проект строительства снежного аэродрома на станции Молодежная в Антарктиде был разработан с использованием этого свойства снега.

### САМАЯ СНЕЖНАЯ СТРАНА

Снеги, белые снеги —  
Покров моей родины...

С. ЕСЕНИН.

«Нигде влияние снежного покрова так не велико, как в России, так как нигде нет равнины настолько обширной, отдаленной от морей и покрытой снегом зимой», — писал около 100 лет назад в своей замечательной книге «Климаты земного шара» А. И. Воейков.

Толщина снежного покрова на территории СССР далеко не везде одинакова. Однако общую закономерность все же можно проследить. Она постепенно нарастает от Прибалтики до Подмоскovie, резко увеличивается в Предуралье и в горах Урала, а на равнинах Западной Сибири снега снова становится меньше. Обширная область наиболее глубоких снегов расположена севернее Енисейска, при впадении Подкаменной Тунгуски в Енисей. Здесь высота снежного покрова достигает 1 метра. Еще восточнее, в некоторых горных и приморских районах



снега накапливается и того больше. А вот в Забайкалье, где подолгу стоят устойчивые и сильные морозы, но при ясной, сухой погоде, высота снежного покрова чуть ли не в 10 раз меньше, чем в районе Енисейска. Рексрдная, причем не только для Советского Союза, но и для всей Евразии, цифра высоты снежного покрова зарегистрирована на Камчатке. Обилие снега там связано с сочетанием гористого рельефа и влажных тихоокеанских ветров. Здесь даже на небольшой высоте над уровнем моря слой снега достигает 1,3 — 1,6 метра, а в отдельных районах — до 5—6 метров.

В горах отмечаются наибольшие контрасты в распределении снега. На высоких вершинах выпадающий за зиму снег не успевает растаять за лето, скапливается, превращается в глетчерный лед. Толщина снега часто зависит от крутизны и направления склонов, их ориентации, от господствующих ветров. Метели существенно перераспределяют снег в горах, создают глубокие наметы снега на подветренных склонах и оголяют склоны наветренных.

По времени, сколько земля находится под снегом, тоже есть большие различия. В Крыму, на Кавказе, в Средней Азии — лишь несколько дней в году, на Крайнем Севере — до 9—10 месяцев. Разумеется, это средние цифры. Случаются, особенно в южных и западных районах, существенные отступления от них. Так, например, зимой 1968—1969 годов снег полностью покрыл всю территорию среднеазиатских республик. В Ашхабаде снежный покров достиг 31 сантиметра по высоте и держался 52 дня, из которых 41 день — непрерывно. В Душанбе толщина снега превышала 20 сантиметров. В Ташкенте за 25 дней января выпало втрое больше снега, чем обычно за всю зиму.

### СНЕГ НА ПОЛЯХ...

«Снег на полях—хлеб в закромах».

Эта старинная русская пословица очень точно определяет роль снега в земледелии. Причем прошлогодного снега! Известно, что температура почвы, ее влажность, химический состав, структура, насыщенность микроорганизмами в немалой степени зависят от толщины покрывавшего ее зимой снега и его свойств.

Особенно большую роль «прошлогодний» снег играет в засушливых областях, где он нередко оказывается основным источником запасов влаги, необходимых для развития растений.

Сейчас почти повсеместно широко входит в практику снежная мелiorация, то есть регулируются высота снежного покрова (с соответствующим изменением плотности и теплопроводности снега), накопление и задержание снега, интенсивность таяния, условия стока талых вод и прочее. Все это позволяет дополнительно собирать многие тонны зерна и другой сельскохозяйственной продукции.

Чтобы задержать на поле выпавший снег, применяют разные способы: собирают снег в валки, уплотняют его катками, оставляют на поле высокую стерню, создают

стерневые кулисы из подсолнечника или горчицы, на посевах озимых ставят щиты. И это дает очень ощутимый эффект. В высокой стерне или между валками скапливается снег толщиной 35—40 сантиметров, а рядом, где их нет, — лишь 8—10 сантиметров. Такая разница дает при таянии дополнительно 800—900 кубометров воды на гектар, способствует повышению урожайности.

Районы с устойчивым и мощным снежным покровом в снегозадержании не нуждаются. Там задача, чтобы снег поскорее растаял, чтобы растения, продолжающие развиваться под снегом, не пострадали от вымокания и выпревания. На Крайнем Севере свои особенности снежной мелiorации. Там надо ранней осенью скопить снег, а весной ускорить его таяние, чтобы удлинить вегетационный период, чтобы успел образоваться более толстый слой талого грунта над вечной мерзлотой. Это позволит культивировать в открытом грунте многие растения.

Снежный покров — не только чрезвычайно емкий запас влаги, но и гигантское одеяло, прослойка между поверхностью земли и атмосферой. Даже тонкий слой снега нарушает тепло- и газообмен между ними, создает своеобразный «подснежный» климат.

Холодная бесснежная зима для средней полосы СССР — настоящая стихийное бедствие. Ведь если температура почвы на глубине 3 сантиметров (глубина узла кущения) доходит до минус 30°C, то почти все растения погибают. Но при слое снега всего в 20 сантиметров температура на этой глубине уже не опускается ниже минус 20°. Большинство растений нашей средней полосы свободно переносит такое охлаждение. Сугробы высотой в 50 сантиметров гарантируют, что температура почвы не опустится ниже минус 8°C, и все растения благополучно перезимуют.

Есть еще одна немаловажная роль снега в сельском хозяйстве. Воду, полученную из снега, только условно называют дистиллированной. В действительности снег содержит различные химические примеси. Химизм снега весьма разнообразен как по составу, так и по количественному содержанию. В работах академика В. И. Вернадского есть данные о возможных концентрациях главнейших составляющих снега — хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов и соединений азота. Это 0,001—0,005 процента. Снег приносит в почву и микроэлементы — необходимые стимуляторы роста и общего развития организмов. Эта роль снежного покрова давно подмечена в народе, кратко и точно выражена в пословице «Снег на овес — тот же навоз».

В. И. Вернадский обратил внимание на то, что снежный покров — не просто теплая покрывка озимых, это живительная покрывка, которая весной дает снеговые воды, насыщенные, а иногда и перенасыщенные кислородом.

Установлено, что количество азотистых соединений летом в почве пропорционально высоте сошедшего снежного покрова. Отсюда ясна роль снежной мелiorации, регулирования снегопереноса и снегозадержания, когда они проводятся по единому научно разработанному плану.



## СНЕГ НА ПУТЯХ...

«...Но едва Владимир выехал за околицу в поле, как поднялся ветер и сделалась такая метель, что он ничего не взвидел. В одну минуту дорогу занесло; окрестность исчезла во мгле мутной и желтоватой, сквозь которую летели белые хлопья снегу; небо слилось с землею...»

А. ПУШКИН.

Свежевыпавший снег обычно очень рыхлый, снежинки почти не связаны между собой, и даже небольшой ветер (2—4 метра в секунду) приводит их в движение. С увеличением скорости ветра количество переносимого снега быстро возрастает. Основная масса снега (почти 90 процентов) перемещается над землей на высоте не более 20 сантиметров. Эти тонкие, непрерывно меняющиеся струйки снега называются «поземкой». Чтобы ее приостановить, не надо создавать высокие препятствия. Даже оставшаяся в поле стерня хорошо задерживает такой перенос снега.

Но если ветер усиливается, снег поднимается выше, до нескольких метров, начинается так называемая низовая метель. Верхней метелью называют снегопад, при котором снежинки падают и остаются лежать на месте. Так бывает, если падает мокрый снег, даже при сильном ветре он ложится ровным слоем, не разрушаемым ветром.

Чаще всего путь снежинки не заканчивается в том месте, где она впервые коснулась Земли. Если скорость ветра достаточно велика, упавшая снежинка вновь поднимается для того, чтобы снова упасть... При этих скачках снежинка дробится на части, выбивает из поверхностного слоя другие частицы, которые тоже включаются в движение. Такой тип переноса, когда в воздухе одновременно находятся и падающие и поднятые с поверхности снежинки, снеговеды называют общей метелью, или, если скорость ветра и масса переносимого снега очень велики, пургой. Во время пурги совершенно невозможно разобрать, падает ли снег сверху, поднимается ли с земли или это смешение тех и других снежинок. При ветре 16—20 метров в секунду поднимается пурга, при которой уже в нескольких метрах невозможно ничего рассмотреть и совсем легко заблудиться.

Пурга страшна еще тем, что мельчайшие разломанные, перетертые частички снежинок обладают исключительной проникающей способностью, они забиваются во все поры одежды, спасать от них можно только в специальном штормовом снаряжении. Вспомните описание снежных буранов у Пушкина, Аксакова, Куприна. И обратите внимание на то, что везде речь идет о буранах степной или лесостепной зоны нашей страны, а не о западных — более снежных районах. И это не случайно. Мягкий климат, большая влажность воздуха в западных районах способствуют закреплению снега. Во всей западной части европейской территории страны серьезные заносы — это редкое,

почти исключительное событие, хотя осадков зимой выпадает немало.

В зоне степей снег отличается сухостью, ветер легко переносит его на большие расстояния, наметая сугробы, хотя средний снежный покров совсем невысок.

Метель, буря, пурга — эти природные явления не потеряли своего грозного смысла и в наши дни, они опасны и для современного транспорта. Измерения показывают, что во время сильной метели через погонный метр дороги за минуту проносится 8—10 килограммов снега. Для борьбы с заносами и для расчистки путей в нашей стране ежегодно затрачиваются десятки миллионов рублей. Работают снегоуборочные машины различных конструкций, снег разметаю, скалывают, счищают, вывозят. Для защиты железнодорожных и автомобильных путей от снежных заносов ставят различные виды ограждений, задерживающих снег. До недавнего времени особенно широко были распространены переносные легкие дощатые щиты, их устанавливали на зиму вдоль участков, на которых часты метели. Щиты тормозят, снижают скорость потока ветра и снега, снег перелетает через щит и с подветренной стороны ложится полосами, которые в 10—15 раз длиннее, чем высота щита. При сильном ветре через стандартный железнодорожный щит площадью  $2 \times 2$  метра за сутки переносится до 15 тонн снега! Однако этот способ снегозащиты достаточно дорог (щиты быстро изнашиваются и требуют ремонта) и трудоемок (перестановка их требует много рабочей силы). Поэтому вместо щитов сейчас почти всюду вдоль дорог сажают «живые изгороди» — в несколько рядов кустарники и деревья.

Однако искусственное перераспределение снежного покрова вдоль дорог имеет и свои отрицательные свойства. В непосредственной близости от полотна дороги скапливаются огромные массы снега, которые весной приводят к переувлажнению грунтов, к размыву полотна, к тому, что дорожные откосы оплывают, оседают, перекашиваются.

## ПОЧЕМУ СНЕГ СКОЛЬЗКИЙ?

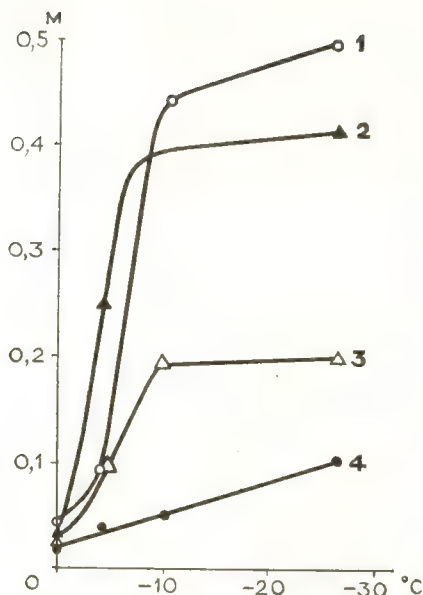
Скользя по утреннему снегу,  
Друг милый, предадимся бегу  
Нетерпеливого коня...

А. ПУШКИН.

Одно из очень важных для человека свойств снега — это то, что он скользкий. Санный путь и быстр, и легок, и удобен. Чтобы скользить по снегу — передвигаться на санях, надо затратить в 10 раз меньше энергии, чем для передвижения на колесах.

Снег скользкий потому, что при давлении и трении полозьев саней или лыж поверхностные частички снежного покрова тают, появляющаяся при этом пленка воды служит как бы смазкой. Поэтому «скользкость» зависит от температуры снега и от скорости перемещения.

Известно, что трение минимально при скольжении по сухому снегу при температуре близкой 0°C. Если снег увлажняется, трение начинает возрастать пропорционально увлажнению.



Опыты с экспериментальными лыжами из металла, из твердого пластика показывают, что коэффициент трения увеличивается с понижением температуры. Для стали — от 0° до минус 25°С — он удваивается, а для меди и некоторых пластиков возрастает в 3—4 раза. При температуре ниже минус 25°С сопротивление снега скольжению с малыми скоростями приближается к величине сопротивления скольжению по сухому песку.

Но почему же даже в сильные морозы можно встретить лыжников, получающих удовольствие от катания? Дело в том, что у них, во-первых, полозья лыж покрыты соответствующей мазью, а во-вторых, они достаточно быстро бегут по лыжне. Увеличение скорости скольжения приводит к уменьшению трения. Так, если скорость скольжения возрастает от 0,03 до 5 метров в секунду (скорость классного лыжника), коэффициент трения уменьшается почти в 10 раз. Вот почему хороший лыжник при всех прочих равных условиях затрачивает гораздо меньше усилий, чем начинающий. Высокая скорость бега как бы помогает

Зависимость коэффициента статического трения (М) лыжи (при медленном скольжении) от температуры t°С. Скользящая поверхность: 1 — покрытая лаком; 2 — покрытая парафином; 3 — покрытая лыжной мазью; 4 — тефлон.

скольжению и тем самым способствует еще большей скорости.

Немаловажную роль в скорости передвижения по снегу играет материал полозьев и структура снега. Их связь с коэффициентом трения отражена в таблице.

Коэффициент трения зависит еще и от длины скользящей поверхности. Так, при испытании стальной лыжи обнаружено, что с увеличением ее длины от 1,0 до 1,7 метра трение уменьшается на две трети. Чем длиннее скользящая поверхность, тем продолжительнее трение и тем больше тепла выделяется на контактах полозьев со снежными зернами, а это улучшает «смазку» и снижает величину трения. Казалось бы, ясно: лыжи надо делать длиннее и скользить быстрее... Но здесь вступает в свою роль величина давления. Если она недостаточна, трение в снег может возрасти. Особенно при малых давлениях и температуре снега около 0°С.

Если же лыжи коротковаты, они глубже погружаются в снег, следовательно, появляются дополнительные силы сопротивления скольжению.

Мы все время говорили о сопротивлении снега при движении по нему. Но ведь приходится на снегу останавливаться, а затем вновь трогаться в путь. Каково в этом случае сопротивление снега (или статическое трение)?

При остановке водяная пленка под полозом замерзает, образуются ледяные связи. Чем дольше остановка, тем эти связи прочнее. Соответственно увеличивается и усилие, требуемое для того, чтобы снова сдвинуться с места. При кратковременной (мгновенной) остановке оно минимально (например, в конце скольжения на лыже, перед очередным толчком). Если прочность ледяных связей между поверхностью лыжи и зернами снега окажется больше, чем сопротивление снега сдвигу, то смещение будет происходить не на контакте «лыжа — снег», а ниже этой плоскости, в самом снеге. Это явление знакомо многим — снег налипает на лыжи, словно пудовые гири тащишь на ногах, все чаще останавливаешься передохнуть, а лыжи от этого становятся еще тяжелее. Тут может помочь специальная (гидрофобная) смазка, уменьшающая прочность смерзания и улучшающая скольжение.

## СЛЕДЫ НА СНЕГУ

Подойду, взгляну поближе:  
Хрупкий снег изломан весь.  
Здесь вот когти, дальше —

лыжи,  
Кто-то странный бегал здесь.  
С. ЕСЕНИН.

Народная примета говорит: «Гусь пошел — быть снегу», «Гусь несет снег на кончике своего клюва». И действительно, сопоставляя даты перелета гусей (гусенингов) с датами появления снежного покрова, спе-

Поверхность полозьев саней	Коэффициент трения по снегу				
	свежему	мокрому	зернистому	уплотненному	смерзшемуся
Покрытая шеллаком . . . .	0,30	0,25	0,20	0,18	0,10
Парафинированная . . . .	0,32	0,30	—	—	0,10
Покрытая целлулоном . .	0,13	—	—	—	0,07
Японский кедр (необработанный) . . . .	0,80	—	—	—	0,33



циалисты подметили определенную связь. Сроки возвращения гусей также почти точно совпадают с тем временем, когда снежный покров сходит. Нередко весенние снегопады заставляют гусей вновь отлетать на юг.

В жизни большинства «братьев наших меньших» снег — это суровейшее испытание. Высота, плотность и продолжительность снежного покрова часто самым прямым образом связаны с численностью видов животных и птиц после зимовки. От снежности зимы зависит, смогут или не смогут они добыть пищу, укрыться, убежать, защититься от врагов.

Во время исключительно снежной и морозной зимы 1939—1940 годов погибла масса птиц во всей Европе. При этом меньше других пострадали лесные куриные (глухари, тетерева, рябчики), потому что они укрываются в снегу, в очень глубоких лунках и ходах. Снег их спасает. А некоторые другие виды птиц гибнут именно из-за снега: низкую температуру они перевесили бы, а вот корм из-под снежного покрова достать не могут.

От того, каков снег в лесу — пушистый, глубокий или покрыт настом, — часто зависит жизнь млекопитающих. Удельное давление на снег — вес тела животного, приходящийся на единицу площади его стопы, — вот что определяет «соотношение сил» в заснеженном поле или лесу.

Так, у грызунов (в частности у зайцев) нагрузка на снег обычно не превышает 30 граммов на квадратный сантиметр опорной площади конечностей, у большинства представителей семейства куньих колеблется от 6 до 50 граммов, у лисицы 40—50 граммов, у россомахи и рыси 20—35 граммов, у волка — около 10 граммов, у копытных — от 200 до 970 граммов. Вот и получается, что у хищников значительно меньшая нагрузка на след, чем у их жертв, у копытных. Поэтому, если снег покрыт настом, копытные глубоко вязнут в снегу, а хищники бегут легко, почти не проваливаясь. Но если снег пушистый и глубокий, тут преимущество у копытных. При глубине снега 50 сантиметров волк не может догнать ни оленя, ни козла. А при 60 сантиметрах волк еле пробирается через сугробы.

Для сравнения приведем такие цифры: весовая нагрузка на лыжи, в зависимости от веса человека и типа лыж изменяется в пределах 10—25 граммов на квадратный сантиметр. Это означает, что на снегу любой охотник обладает лучшей проходимостью, чем большинство зверей.

## СКРИП СНЕГА

Снег скрипит только в мороз, и тональность его скрипа меняется в зависимости от температуры воздуха — чем крепче мороз, тем выше тон скрипа. Есть люди, которые могут оценивать температуру воздуха по воспринимаемому на слух изменениям в характере скрипа снега.

Скрип снега — не что иное, как шум от раздавливаемых мельчайших кристалликов снега. В отдельности каждый из них так мал, что, ломаясь, издает звук, недоступный человеческому уху. Но когда суммируются мирнады таких «голосов», появляется вполне явственный скрип.

Акустические измерения показали, что в спектре скрипа снега есть два пологих и не резко выраженных максимума — в диапазоне 250—400 гц и 1000—1600 гц. В большинстве случаев низкочастотный максимум на несколько децибел превышает высокочастотный. Если температура воздуха более минус 6°C, высокочастотный максимум сглаживается и полностью исчезает. Усиление морозов делает ледяные кристаллики более твердыми и хрупкими. При каждом шаге ледяные иглы ломаются, акустический спектр скрипа смещается в область высоких частот. С изменением температуры от минус 8°C до минус 20°C сила звука скрипа снега возрастает на 1 децибел.

Итак, снег не просто нечто эфемерное, непостоянное, сезонное. Не просто красивый спутник зимнего пейзажа. И даже прошлогодний снег отнюдь не бесполезен. Снег — это и высокие, устойчивые урожаи, это основа зимних дорог и даже аэродромов, это строительный материал для зимовий и различных хранилищ на севере, источник воды на юге. Со снежными запасами связаны водность рек и изменения климата целых районов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Войтковский К. Ф. Механические свойства снега. М., «Наука», 1977.  
Михель В. М. Переносы снега при метелях и снегопадах на территории СССР. Л., Гидрометеониздат, 1969.  
Насимович А. А. Роль режима снежного покрова в жизни копытных. АН СССР, М., 1955.  
Осокин И. М. Химический состав снежного покрова на территории СССР. Известия АН СССР, сер. географ., 1963, № 3.  
Ходаков В. Г. Снега и льды Земли. М., «Наука», 1969.

## ТОЧНЫЕ ЧАСЫ

В мастерской проверили пять часов. Оказалось, что часы № 3 отстают от часов № 2 на три минуты в сутки. Отстают на одну минуту в сутки часы № 1 относительно часов № 2, № 4 — относительно часов № 3,

а № 5 — относительно № 1. Если же сложить показания всех пяти часов и сумму разделить на 5, то получится точное время.

Известно также, что один из этих часов идет точно. Какие именно?

О. БРАНДЕЛИС  
(г. Волгоград).

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Тренировка умения мыслить логически

# ИНДУСТРИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ИЗОБИЛИЯ

РЕПОРТАЖ С ВЫСТАВКИ  
«СВЯЗЬ-81»

**Р. СВОРЕНЬ,**  
специальный корреспондент  
журнала «Наука и жизнь»

Впечатления о большой выставке складываются, как правило, не сразу. Сначала она просто ошеломляет — огромный эмоциональной и физической нагрузкой наваливаются на вас бесчетные стенды, эти микровыставки в выставке, мелькание эмблем, национальных флагов, названия сотен фирм и лабораторий, наконец, просто километры пробега мимо элегантных приборов, машин, аппаратов, одни аннотации которых сложились бы в неплохой вузовский курс.

Вскоре из отдельных всплесков удивления и восхищения у тебя начинают формироваться некие общие представления о сути дела. Так, скажем, глядя на ошестившиеся антеннами связные спутники, на яркие краски телевизионных экранов и не-

приметные серые ящики, умеющие прогнать по одной паре проводов тысячи телефонных разговоров, неотвратимо думаешь о взрывоподобном прогрессе той области техники, которая, как и много десятилетий назад, скромно называется «электросвязь». Кустарные красного дерева аппараты с крупными латунными деталями, первенцы телеграфа, телефона, радио, открыли человеку совершенно новые возможности общения, которые сегодня вылились в межконтинентальное телевидение, междугородный телефон с автоматическим набором, городские телефонные сети с миллионами абонентов. Но весь этот сервис — лишь малая часть обязанностей, которые взяла на себя нынешняя электросвязь. Без нее невозможно современное производство, да и вообще вся хозяйственная и культурная жизнь человека, при выхшего уже к информационному изобилию не меньше, чем к энергетическому. Живущая в слабых электрических сигналах информация, продукт добытый и уж, во всяком случае, размноженный и переданный сравнительно недорогой ценой, ворожит мегаваттами энергии, тоннами материалов, миллионами часов бесценного человеческого труда. Никакой фантазии не хватит, чтобы представить себе хаос, который возник бы на планете, если бы злой волшебник, взмахнув своей черной палочкой, лишил нас средств связи.

Знакомясь с выставкой, вы постепенно познаете то главное, что она хочет показать. Вот, в частности, некоторые из многих важных особенностей нынешней индустрии информационного изобилия, которые продемонстрировала «Связь-81»: шедевры радиоэлектроники выпускаются огромными тиражами, они служат миллионам людей (пример: на каждые 100 семей в нашей стране приходится 88 телевизоров и 95 радиоприемников, к концу пятилетки их будет соответственно 96 и 119; выпуск цветных телевизоров увеличится в 2,1 раза, магнитофонов — в 1,5 раза); все больше становится линий связи — кабельных, радиорелейных, спутниковых, — пропускающих огромную полосу частот, то

Выставку «Связь-81» посетил член Политбюро ЦК КПСС, Председатель Совета Министров СССР Н. А. Тихонов. Вместе с ним были первый заместитель Председателя Совета Министров СССР И. В. Архипов, заместители Председателя Совета Министров СССР И. И. Бодюль, В. Э. Дымшиц, В. Н. Макеев, Г. И. Марчук, Л. В. Смирнов, Н. В. Талызин. На снимке — у одного из стендов советского павильона. Пояснения дает министр промышленности средств связи СССР Э. К. Первышин.





Иногда отдельные ключевые слова выносят на поля или выделяют другим цветом, чтобы привлечь к ним внимание. Можно с этой же целью выносить ключевые слова в начало предложения.

Полезно также обозначить важные части текста, проставляя на полях горизонтальные черточки — вехи, разделяющие текст по смыслу. В рамки обычно заключают символические выражения, формулы, зависимости, реже — законы, правила.

В большинстве случаев в процессе первой записи все выделения лучше делать такими же чернилами, которыми пишется текст. При последующей его проработке новые выделения обозначаются другим цветом. Это существенно, так как, работая непосредственно над записью уже без оригинала, вы можете отойти от источника, делать выводы, основываясь на собственных формулировках.

Все перечисленные способы расчленения текста применяются комбинированно. Любое из выделений в каждом отдельном случае можно усилить. Например, заголовки написать прописными буквами и подчеркнуть, формулы заключить в цветные рамки и пронумеровать.

Но использовать выделения, особенно цветные, надо разумно, не превращая записи в пестрые картинки. Рамки, краски, стрелки не

должны отвлекать внимания. Назначение цветных обозначений полезно оговорить на заглавном листе, чтобы со временем не забыть их первоначального смысла.

Полезно также выработать для себя неизменную систему выделений. Уже в школе никто не пишет «треугольник», «угол», «параллельно», «перпендикулярно», а употребляет символы:  $\triangle$ ,  $<$ ,  $\parallel$ ,  $\perp$ . Символы можно широко использовать во многих записях с целью их сокращения и более образного, выразительного восприятия.

Иной раз может быть принята временная символика (полезная для определенной работы). Чтобы не спутать свои краткие буквенные обозначения слов, понятий, терминов с обычными буквами, скажем, с предлогами, эти буквенные обозначения можно записывать особым образом. Например, студенты Куйбышевского авиационного института обводят буквы-символы в кружок. Можно класть букву-символ набор или переворачивать.

Для уточнения замечаний, сделанных на полях, удобно пользоваться значками ( $<$ ,  $>$ ), символизирующими начало и конец отрывка. Замечания на полях и выделенную часть текста можно связать стрелкой.

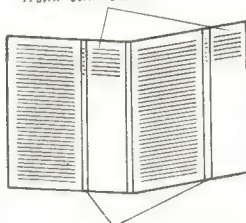
В текстах планов, выписок, тезисов и конспектов стрелками полезно фиксировать взаимосвязь положений. Связь же между своею

НАУКА И ЖИЗНЬ

ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Научная организация  
личного труда

Поля для записок



Колонка для ссылок на страницы

записью и книгой фиксируется с помощью указания номеров страниц прорабатываемого источника на специальных узких вертикальных полях (см. рис.).

Обычно страница тетради или карточка делятся по вертикали на две части. Одна ее треть (например, с левой стороны) вводится для пометок, а остальные две трети становятся рабочей частью, где автор ведет запись. Для полей, где ведутся пометки, следует использовать правую или левую сторону, а не чередовать их, как это, например, делается в школьных тетрадях.

Открывает конспект (тезисы) заглавный лист, на котором указывается лишь название источника и его выходные данные. В начале и в конце тетради полезно оставлять несколько чистых страниц для оглавления и тематических указателей содержания.

ствительно пушка экспедиции Беринга, потому что по документам известно, что пушки для экспедиции были специально отлиты именно на этом заводе в 1733 году.

Вторую пушку подняли легко и быстро. Третья никак не давалась. Котлован так расширился, что размер стрелы экскаватора едва-едва позволял дотянуться до этой пушки. Попытались руками завести и просушить трос под орудие, но ледяная вода сковывала руки. Температура воздуха на острове колеблется от 3 до 8 градусов тепла. Попробовали поддеть лопатами — черенки с хрустом переломились. Наконец экскаваторщику как-то удалось зацепить пушку и слегка приподнять ее край над водой. Тут уж ее подхватили и под дружное «Эй, ухнем» на руках вытащили из трехметрового котлована. Четвертую пушку подняли быстро. И тут наступил прилив.

На следующий день откопали еще две пушки. На третий день — одну, седьмую пушку. После этого работы пришлось прекратить — начались поломки экскаватора.

Под трехметровым слоем песка и галечника остались лежать, вероятно, еще четыре пушки.

Поднятые орудия несколько дней отмывали от соли в речной воде. Потом их будут реставрировать: подвергнут специальной обработке, чтобы не разрушались.

А пока пять пушек установлено возле музея в селе Никольском на острове Беринга, там филиал Камчатского областного музея. Две уже отправили во Владивосток.

Корабельные орудия — славные реликвии эпохи великих географических открытий — займут достойное место в музеях нашей страны.





# ЭТОТ УДИВИТЕЛЬНЫЙ ДЕЛЬФИН

Доктор биологических наук В. МОРОЗОВ,  
заведующий лабораторией биоакустики Института эволюционной физиологии  
и биохимии имени И. М. Сеченова АН СССР (Ленинград).

## ПРИРОДА НЕ УСТАЕТ НАС УДИВЛЯТЬ

Дельфины — своеобразная сенсация века: о них говорят, пишут, ими любят в «дельфиньих цирках» — океанариумах, их не перестают снимать на киноленту, показывать по телевидению, наконец, их продолжают пристально изучать. И как это

ни парадоксально, чем ближе мы узнаем дельфина, тем очевиднее становится, что зверь этот полон для нас загадок.

Загадочно прежде всего происхождение дельфинов. Мы точно знаем, что их далекие предки жили на суше. Но кто они были? Ответить на этот вопрос трудно, поскольку, переселившись в море, они изменили



свой облик, став больше похожими на рыб, чем на земных зверей. На этот счет у ученых имеются лишь догадки.

Дельфины, как и все китообразные, производят на свет живых детенышей и вскармливают их молоком. Значит, предки их были млекопитающими. Зубастая пасть и способ питания, казалось бы, свидетельствуют, что они ведут происхождение от хищных или, как считают некоторые ученые, от каких-то древних насекомоядных. Но вот по строению глаза, желудка и некоторым другим особенностям они, оказывается, ближе к парнокопытным (не правда ли, трудно представить, что они родственники коров и коз).

Решение проблемы осложняется многообразием облика и образа жизни китообразных. Кроме нескольких десятков видов дельфинов, в отряд китообразных входят еще косатки — настоящие морские тигры, кашалоты — обладатели уникальной «гидроакустической пушки» и секретов глубоководного ныряния и, наконец, исполины моря — усатые киты. Одним словом, «...происхождение китообразных, — как пишет американский специалист по дельфинам Ф. Г. Вуд, — остается для нас тайной, скрытой в глубине геологических эпох».

Удивительно и необъяснимо дружелюбие дельфина по отношению к человеку. Огромная раскрытая зубастая пасть (у афалины 88 зубов типа тигриных клыков) невольно вызывает чувство опасения. Но не бойтесь оказаться среди этих добродушных зверей, они не только не принесут вреда, но будут даже спасать, если вы вдруг начнете тонуть. При отлове любого дикого зверя, особенно если это хищник, человек вполне обоснованно опасается его клыков и когтей. А вот при отлове дельфинов (сегодня их отлавливают у нас только для научных целей) ситуация нередко складывается иная: человек бросается в гущу мечущихся зверей, подтянутых аломаном к борту судна, и начинает их всячески успокаивать, например, поглаживать. Это приводит к желаемому результату и спасает зверей от возможных травм, не дает им запутаться в сетях.

Всемирную известность получил эксперимент американских акванавтов, целью которого было выяснить способность человека длительное время жить и работать в подводной лаборатории «Силаб» (морская лаборатория). Прекрасным помощником людям, живущим под водой на глубине 60 метров (а в последующем и 130), оказался специально тренированный дельфин Таффи. Он быстро и точно выполнял многие задания: доставлял людям с поверхности сумки с инструментами, продовольствием, поднимал на поверхность различные предметы, отыскивал и спасал «заблудившихся» акванавтов и т. д.

Удивительна терпеливость этих животных к всевозможным экспериментальным воздействиям, вплоть до хирургических операций, которые не вызывают никаких признаков агрессивности по отношению к человеку. А ведь на свободе дельфины умеют постоять за себя, даже если на них нападает такой хищник, как акула. Не загадка ли это?

Долго необъяснимой оставалась огромная скорость движения дельфинов — до 40 километров в час. Известный специалист по биомеханике профессор Грей подсчитал, что при том огромном сопротивлении, которое оказывает вода движущемуся в ней физическому телу, дельфин должен был бы обладать как минимум в 7, а то и в 10 раз более мощной мускулатурой, чтобы развивать в воде такую высокую скорость.

Попытку объяснить противоречие, получившее известность как «парадокс Грея», предпринял Макс Крамер. Он показал, что дело заключается, по-видимому, в очень эластичной коже дельфина, которая гасит турбулентность обтекающего его тело водного потока. Все корабли при своем движении как бы рвут воду в клочья, на что уходит много энергии. Дельфин не рвет водную ткань, он словно бы ввинчивается в нее своим хорошо обтекаемым сигарообразным телом, легко проскальзывая между ее слоями. При этом его кожа гасит все виды сопротивления воды.

Очередным секретом владеют дельфины, умея нырять на глубину до 300 метров без каких-либо признаков кессонной болезни. Известно, что давление воды с глубиной возрастает — примерно на одну атмосферу через каждые 10 метров. Поэтому у водолазов при глубоководных погружениях в крови растворяется большое количество компонентов дыхательной смеси, проникающих в кровь из легких. Если быстро возвращаться с глубины на поверхность, то давление этих растворенных в крови газов не успеет уравновеситься с атмосферным, произойдет их бурное выделение в кровь, отчего кровь человека «закипит» от множества пузырьков, как «закипает» бутылка шампанского при откупоривании пробки. Достаточно одному из пузырьков закупорить кровеносный сосуд, питающий важный участок мозга, — и исход кессонной болезни может стать роковым для водолаза.

Как удается дельфину не заболеть кессонной болезнью, стремительно вынырнув с глубины 300 метров? Как ему удается не дышать под водой до четверти часа? Но эти достижения дельфинов ничто в сравнении с рекордами их ближайшего родственника — кашалота. В поисках глубоководных кальмаров, которыми он кормится, кашалот занывает в морскую пучину на 1000, 2000 и даже 3000 метров! На этих глубинах не раз находили трупы кашалотов, запутавшихся в разорванных ими межконтинентальных телефонных кабелях, проложенных по дну океана. По-видимому, животные принимали их за щупальца кальмаров и, вступив с ними в ожесточенную «схватку», погибали, плененные кольцами металлических «щупалец».

На глубине 2000 метров на каждый квадратный сантиметр поверхности погруженного в воду тела действует сила в 200 килограммов. Окажись там человек, он подвергся бы общему давлению около

4000 тонн. Разумеется, любое наземное существо не могло бы находиться под действием этого гигантского пресса. Вода на такой глубине плющит и стальные конструкции (американская подводная лодка «Трешер» была раздавлена на такой глубине).

Неудивительно ли, что кашалот способен выдерживать такое чудовищное давление! Ведь надо учесть, что поверхность его тела, а следовательно, и общая сила давления воды в десятки, а то и сотни раз больше, то есть составляет десятки тысяч тонн! Не менее удивительно, что кашалот способен проводить на такой глубине до полутора часов (вспомним попутно, что далеко не каждый из нас может задержать дыхание на одну минуту, а профессиональные ныряльщики — искатели жемчуга — способны находиться под водой, как правило, 2—3 минуты).

Американский зоолог Риджуэй и другие показали, что эритроциты китообразных обладают свойством связывать значительно больше кислорода, чем эритроциты наземных зверей. А главное, как оказалось, аккумулировать кислород у китообразных могут не только эритроциты, но и все мышцы тела, точнее, мышечный белок миоглобин. После каждого глубоководного нырявания кашалот долго лежит на поверхности, чтобы как следует отдышаться и хорошо запастись кислородом впрок для очередного посещения своей глубоководной столовой.

Надо сказать, что эти и другие раскрытые наукой приспособления китообразных не могут все же полностью объяснить их удивительной способности к глубоководному погружению.

Проблема пресной воды — очередная загадка дельфинов. Все живущие на Земле гибнут от отсутствия пресной воды значительно раньше, чем от голода. Как же обходится без воды дельфин? Может быть, как считают некоторые, он довольствуется пресной водой, получаемой вместе с рыбой, которой питается? Не исключена также возможность, что сильно развитая почка дельфина действует как опреснитель морской воды. Исследователи обнаружили, что в выдыхаемом дельфином воздухе содержится значительно меньше водяных паров, чем в воздухе, выдыхаемом наземными животными, и даже меньше, чем их содержится во вдыхаемом самим дельфином воздухе. Это, безусловно, пример жесткой экономии пресной воды организмом, однако вряд ли можно считать, что дельфин довольствуется лишь таким способом пополнения запасов воды для нужд своего организма.

### ОНИ ПОЮТ, СЛУШАЮТ И «РАЗГОВАРИВАЮТ»

Популярный американский журнал «Нэшнл джиогефик» года два назад опубликовал статью о голосах китов-горбачей, снабдив ее долгоиграющей пластинкой песен китов. Пение горбачей удивительно мелодично. По свидетельству Роджера Пей-

на из Рокфеллеровского института, записывавшего этих китов в районе Бермудских островов, их голоса напоминают то гобой, то кларнет, а временами — волынку. Горбачи поют не только соло, но и хором. Китовой «музыкай» заинтересовались даже музыканты.

Если темп песни горбача ускорить в 16 раз, увеличив скорость магнитофонной ленты, то она становится удивительно похожей на песню птицы. Ее эмоциональное воздействие на человека очень сильно. Она звучит то как невообразимо прекрасная музыка, то как скорбные всхлипы... Песни разных китов очень сходны. Похоже даже, что все горбачи исполняют одну и ту же песню. Но она сильно изменяется год от года. «Песни, которые мы записывали в 1964 и 1969 годах, так же непохожи, как музыка Бетховена и музыка «Биттлз», — пишет Пейн.

Звуки, которые издает сорокатонный горбач, очень мощные. Они буквально сотрясают тело человека, оказавшегося рядом с китом под водой. По словам одного кинооператора, они отдаются, как барабаны в груди. Несомненно, эти звуки могут служить для очень дальней сигнализации. Акустики показали, что на глубине около 1000 метров звук способен распространяться на тысячи (!) километров, то есть через весь океан.

Голосами китов-горбачей заслушивался Жак-Ив Кусто, путешествуя со своими товарищами на «Калипсо». Произведенные ими записи, как пишет Кусто, «...не оставляют сомнения в том, что киты общаются друг с другом. Вот слышен призыв, а вот издали доносится ответ. Причем звуки чередовались, как и положено при разговоре. Только разговор этот на наш язык не переведешь. Голоса горбачей отличны от голосов любых других животных. Их спектр гораздо шире, и они выразительнее птичьих голосов. ...Пожалуй, мы различали до тысячи разнообразных звучаний! Тембр, сила звука, частота создавали бесконечное разнообразие. Тут и трели, и сирены, и что-то вроде мышиного писка. А то вдруг словно олень заревел. Странные чужеродные звуки... Когда слушаешь ночной «разговор» китов, их способность к общению между собой представляется очевидной. Так и кажется, что речь идет не просто о серии бессмысленных звуков, что горбачи обмениваются мыслями и мнениями!»

Столь же разнообразны голоса дельфинов-белух, дельфинов-афалин и многих других китообразных. У многих поэтому возникает вопрос: а не является ли и в самом деле богатая звуковая сигнализация дельфинов и китов их языком, при помощи которого они объясняются, передавая друг другу сложную информацию? Ведь по отношению размерам мозга они стоят где-то между обезьяной и человеком, да и к обучению способны, что свидетельствует об уме и сообразительности.

К настоящему времени в решении этого вопроса исследователи занимают разные позиции. Выразителем наиболее крайней точки зрения был американский исследо-



ватель Джон Лилли, известный многим по книге «Человек и дельфин». «Когда-нибудь люди смогут разговаривать с представителями других видов. Я пришел к этому заключению после тщательного анализа данных, полученных в наших опытах с дельфинами», — писал он в своей книге.

Работа Лилли была воспринята как научная сенсация века. Еще бы! Ученый утверждал, что дельфины, обладая развитым интеллектом, способны общаться между собой на языке свистов. Они способны также копировать человеческий смех и всевозможные звуки, даже звуки речи, которые они произносят в свойственной им звукообразующему аппарату высокой тональности и сжаго, но главное — с подозрением на осмысленность ситуации!

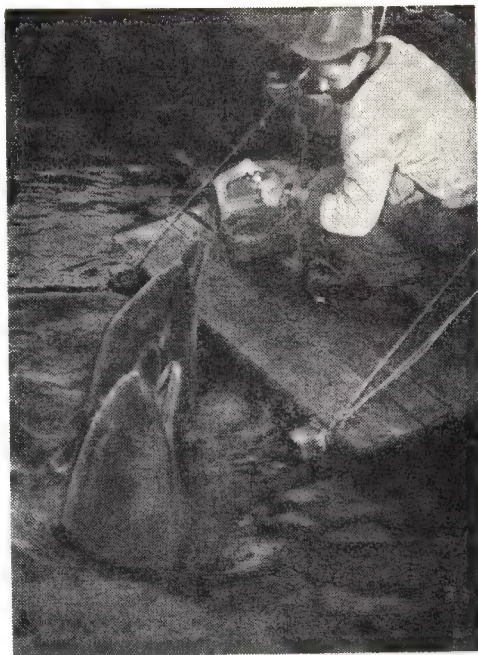
Наиболее резко против позиции Дж. Лилли выступил его давнишний коллега по изучению дельфинов Ф. Г. Вуд. Признавая Лилли человека блестящего ума, Вуд все же считает, что, приписав дельфинам несвойственные им лингвистические способности, Лилли принял желаемое за действительное. После неудачных попыток научить дельфина английской речи Лилли закрыл свою лабораторию и «Институт исследований общения» в Майами. Имеются однако сведения, что Лилли не оставил надежду доказать всему миру свою правоту: в числе новых методов он намерен использовать ЭВМ в качестве посредника в системе общения «человек — дельфин».

Крайне сдержанно относится к мысли о том, что дельфины обладают высоким интеллектом и речеподобной коммуникационной системой, наш соотечественник цетолог (цетология — наука о китообразных) профессор А. Г. Томилин. Он считает, что звуковая сигнализация дельфинов не более как обмен примитивными сигналами типа сигналов бедствия, страха, пищевых, половых и т. п. Иначе говоря, язык дельфинов принципиально ничем не отличается от сигналов других животных. Что же касается способности дельфинов копировать слова и фразы человеческой речи, то это, по мнению А. Г. Томилина, — лишь проявление примитивного рефлекса звукоподражания, свойственного, например, попугаям.

Идеи Лилли породили тем не менее большое число исследований, имеющих целью установить сигнальное значение издаваемых дельфинами звуков и степень сложности их звуковой коммуникации.

## О СЛОВАРЕ ДЕЛЬФИНЕГО ЯЗЫКА

Большой интерес в свое время вызвал опыт американских ученых Т. Лэнга и Х. Смита по изучению способности дельфинов общаться между собой при помощи звуков. Они рассадили двух дельфинов в разные акустически изолированные бассейны. Звуковая связь между бассейнами

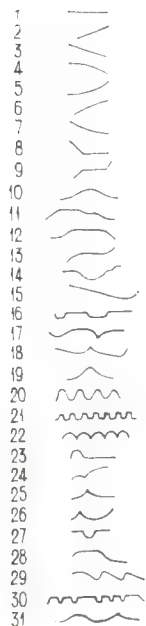


была налажена наподобие телефонной, то есть каждый дельфин, кроме себя, мог слышать и соседа.

Записав на магнитофон получасовую «беседу» двух дельфинов-афалин, самца Дэша и самки Дорис, сидящих в разных бассейнах, и проанализировав записи, исследователи установили ряд интересных фактов. Прежде всего оказалось, что при включении «телефонной связи» акустическая активность животных значительно усиливалась по сравнению с тем временем, когда связь была выключена. Далее, при наличии связи сигналы самца и самки часто чередовались между собой, создавая впечатление «диалога», но были и совпадения сигналов по времени, как, впрочем, это бывает и у людей при телефонном разговоре.

Лэнг и Смит выделили в записях ряд часто повторяющихся звуков, установив, что один из них (тип А) — приглашение вступить в беседу, а другой (тип Г) — призыв к ее прекращению, так как после сигнала А «беседа» обычно оживлялась, а после сигнала Г она прекращалась.

То, что у дельфинов существует сигнал, предписывающий «собеседникам» прекратить звуковое общение, по-видимому, вполне реально, так как имеет определенный биологический смысл: дельфин, обнаружив своих врагов — косаток, этим сигналом предупреждает сородичей, и те мгновенно смолкают, затаиваются. Как только опасность миновала, вожак вновь подает сигнал возобновить звуковое общение. Подобное наблюдал Жак-Ив Кусто в стаде поющих китов. Стоило под воду погрузиться аквалангистам, как киты тут же смолкали. «Как будто кто-то из китов вдруг подавал команду «Тишина!», — пишет



Элементы словаря дельфиньего языка: контуры различных типов свистовых сигналов, зарегистрированные при помощи сонографа. Движение кривой вверх соответствует повышению основного тона свиста, движение вниз — понижению.

Кусто. — Весьма эффективную команду, потому что киты тотчас ей подчинялись. Наши записи подтверждают это. Очень может быть, что «всеобщее молчание» — защитная мера против других морских



животных с острым слухом, например, против косатки...» Подобное «всеобщее молчание» наблюдается в случае опасности и в стадах белух.

Много опытов по изучению «телефонных разговоров» дельфинов, находящихся в разных бассейнах и в разных ситуациях, провели московские исследователи В. И. Макаров и В. М. Островская. Ученые пришли к выводу, что обмен сигналами у дельфинов обычно носит характер диалога и что «...характер и порядок следования сигналов и длительность межсигнальных интервалов внутри конкретных групп значимы для животных».

Советские исследователи В. М. Белькович, В. В. Казнадзей, С. А. Крейчи и С. А. Хахалкина впервые записали голоса диких дельфинов в естественных для них условиях — во время игр в море, охоты, кормления и т. п. Анализируя записи, сделанные в течение разных экспериментов, ученые выделили несколько десятков сигналов, расположили их в соответствии с тем, как часто они повторяются, и попытались понять их сигнальное значение для животных, связав эти сигналы с той или иной ситуацией. Выявленные закономерности подтверждают, что у дельфинов есть сигнал бедствия, обнаруженный еще Лилли (его зафиксировали при отлове дельфина и при пересадке животного), есть, по-видимому, сигнал страха, издаваемый во время грозы, чистки бассейна, индивидуальные опознавательные сигналы, характерные для каждого конкретного дельфина, наиболее часто встречающиеся эмоциональные сигналы типа длительных свистов, связанные с игровым возбуждением животных, и т. п.

Все это пока укладывается в рамки того, что мы знаем о языке животных. Вместе с тем наши исследователи (В. И. Макаров, В. А. Тарчевская, В. М. Островская) считают, что дельфины способны комбинировать с разной степенью сложности отдельные неделимые звуковые элементы — нечто вроде фонем, или звуков алфавита человеческой речи, — в сложные последовательности звуков типа «слов» и «фраз». Это является особенностью языка дельфинов. Экспериментаторы выявили определенные закономерности в построении дельфинами таких сигналов типа «фраз» — иерархичность использования отдельных элементов алфавита, блоковую структуру построения сложных сигналов и т. д.

Птицы, как известно, также способны составлять свою песню из отдельных элементов (слов), комбинируя их в разных сочетаниях. Однако разнообразие элементарных звуковых сигналов дельфинов, а главное, число всевозможных комбинаций отдельных элементов у дельфинов неизмеримо больше.

Исследователи считают, что такого рода построение сигналов, которое отмечают у дельфинов, характерно для коммуника-

В ванне находится раненый дельфин — при отлове ему повредили ласт. Опустив гидрофон в ванну, мы можем услышать его сигналы бедствия.



Дикие дельфины очень любят поиграть, например, постоять на хвосте (рисунок показывает такого рода игры).



ционных систем так называемого открытого типа (к числу которых принадлежит и речь человека), служащих для передачи сложной информации. Но действительно ли дельфины способны использовать столь широкие возможности своего языка? Авторы этих любопытных исследований пока что воздерживаются ответить на этот интригующий вопрос.

### ИХ ЯЗЫК — ЭТО ЯЗЫК ЭМОЦИЙ

Дельфин, судя по его поведению, очень эмоциональное животное. Об этом говорит неиссякаемая потребность этих зверей проводить время в играх даже в условиях неволи. Как показывают исследования В. М. Бельковича, они даже охоту на рыб проводят как бы играючи, как коллективную игру в «карусель», «котел» и т. п. Игра вперегонки с судами, катание на волне — любимые игры диких дельфинов.

Игра животного — уже сама по себе свидетельством его эмоционального состояния. Наряду с этим у дельфинов существует целый ряд специфических сигналов, как голосового, так и неголосового происхождения, характеризующих их эмоциональное состояние. Так, например, свое недовольство дельфин нередко выражает оглушительным шлепком по воде лопастью хвоста. Иногда, заметив что-то незнакомое в воде, например, работающего водолаза, дельфин вдруг выпускает из-под воды через дыхало огромный объем воздуха, производящего своеобразный булькающий звук. Считается, что это сигнал удивления и недовольства. Мне приходилось видеть такие клубы воздуха, выпускаемые мечущимся по волнуре дельфином, когда его ловили, чтобы пересадить в другой вольер.

При внезапно возникшей опасности дельфин нередко издает сильный импульсный звуковой щелчок, а ухаживая за самкой, издает характерные тявкающие звуки. Наконец, некоторые самцы, по-видимому, из числа наиболее агрессивных (по отношению к своим сородичам), нередко щелкают зубами, резко захлопывая раскрытую пасть. Эмоциональный смысл возникающих при этом звуков и вид самого животного обычно не вызывают сомнений.

Все эти эмоциональные отношения между дельфинами сопровождаются соответствующими звуковыми сигналами. Обилие у дельфинов такого рода сигналов привело известных американских специалистов, изучающих дельфинов, супругов Дэвида и Мельбу Колдуэлл, работающих на базе знаменитого Мэрилендского океанариума во Флориде, к убеждению, что язык дельфинов — это язык эмоций. У дельфинов нет языка типа нашей абстрактной речи, считают Колдуэллы. Все, что эти животные хотят сказать друг другу, они говорят на языке эмоций. Например, у них есть так называемый опознавательный сигнал («Привет, это я»), который каждое из животных издает наиболее часто и который

по своей акустической структуре индивидуален. Обладая прекраснейшим слухом, дельфины безошибочно узнают по этому опознавательному сигналу каждого из своих сородичей и могут отличить их от чужих.

Колдуэллы провели интересный эксперимент, подтверждающий наличие у дельфинов такого «абсолютного слуха». На магнитофон были записаны свисты нескольких дельфинов в разных ситуациях, — у каждого дельфина — свои свисты. На эту же пленку были записаны свисты восьми дельфинов из другого стада. Один из дельфинов был обучен нажимать на педаль в том случае, когда он слышит сигнал знакомого дельфина, и не реагировать, когда звучит голос незнакомца. Оказалось, подопытный дельфин быстро и точно справился с этой задачей. Более того, через восемь месяцев он с ходу продемонстрировал, что помнит, кому какой свист принадлежит. Ему было достаточно слышать свист всего лишь полсекунды, чтобы определить разницу. При этом дельфин различал даже такую разницу в свистах, которую не могла зарегистрировать звукоанализирующая аппаратура. Феноменальная, ни с чем не сравнимая память и тонкость слуха!

Меняется эмоциональное состояние дельфина — в той или иной степени меняется и его опознавательный сигнал. Ясно, что эти изменения прекрасно слышат сородичи дельфина. И именно по этим изменениям «тембра голоса» своего товарища они и судят о том, что с ним произошло. Такова суть теории Колдуэллов о языке эмоций дельфинов.

У человека, как мы знаем, тоже есть язык эмоций, доставшийся нам от наших далеких предков<sup>1</sup>. Изменения тембра голоса, силы, ритмики речи — все это прекрасно говорит нашему слуху, в каком эмоциональном состоянии находится знакомый нам человек, даже если мы его не видим, а говорим с ним по телефону. Но при всем при том у человека имеется и язык сложной речи, акустическая основа которого та же самая, что и у языка эмоций, — характерные изменения акустических (фонетических) свойств звуков.

Поэтому наличие у дельфинов языка эмоций, который свойствен всем животным, не вызывает сомнений. Однако это не отрицает возможности у них и более сложных форм акустического кодирования информации путем различных комбинаций отдельных стандартных звуковых единиц, о чем пишут советские исследователи. Тем более что чудесный слух дельфина и звуковая память создают для этого прекрасные возможности.

<sup>1</sup> См. статью «Язык, понятный всем на Земле», «Наука и жизнь», № 10, 1980.

Почему говорят, что нервные клетки не восстанавливаются? Если это так, то почему в процессе эволюции не выработалась регенерация этих клеток? Ведь, казалось бы, во взаимоотношениях человека и окружающей среды именно восстановление нервных клеток должно было быть воспринято эволюцией.

**В. СИГАЛ.**  
г. Киев.

В письме читателя В. Сигала затрагивается интересная проблема.

Действительно, нервные клетки делятся (и, значит, комбинации их восстанавливаются) лишь у примитивных животных. У высших они теряют способность к делению на относительно ранних стадиях развития.

Причины этого остаются неясными. Можно лишь высказать предположение, что эта способность оказывается ненужной и потому теряется в процессе эволюции. Мы должны помнить, что

## ПОЧЕМУ НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ НЕ ВОССТАНАВЛИВАЮТСЯ?

нервная клетка «работает» во взаимодействии с другими, как логическая ячейка ЭВМ. В процессе жизни высшего организма в ней накапливаются структурные изменения, необходимые для выполнения ею какой-либо функции. В геноме клетки они не закодированы и по наследству при делении не передадутся. Так что новая клетка взамен утраченной бесполезна. Ведь если в записной книжке утрачен лист с адресами и телефонами, его бессмысленно заменять чистым листом или копией соседнего. По-видимому, это общий принцип для клеток, совокупность которых действует как целое. Например, клетки печени сохраняют значительную автономность и способность к делению. А вот клетки сердечной мышцы соединены друг с другом многочисленными связями. Так обеспечивается синхронность их сокращений и расслаблений. Зато они и не делятся и не восстанавливаются: место, пораженное при инфаркте,

зарубцовывается соединительной тканью.

Эволюция пошла в данном случае по другому пути: многократному увеличению избыточности. Электрическую лампочку нельзя починить, но можно сделать достаточный запас. Так и нервные клетки: для обеспечения нормальной нервной деятельности вполне хватает лишь немногих процентов от их имеющегося количества, причем на всю жизнь. Возрастное ослабление памяти и прочие подобные изменения объясняются не нехваткой нервных клеток, а их плохим кровоснабжением — результатом склеротических повреждений кровеносных сосудов.

Как видите, способность к регенерации нервных клеток в ходе эволюции не возникла, а, наоборот, потерялась. Если судить по результатам, это был вполне целесообразный процесс, если не единственно возможный.

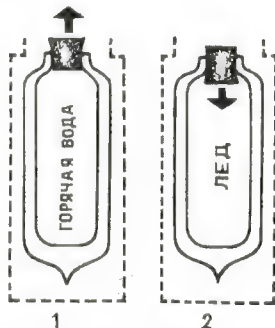
**Доктор  
биологических наук  
Б. МЕДНИКОВ.**

Мне приходится иногда перевозить плазму крови, которую нужно хранить при температуре не выше 0°C. Я думал приспособить для этого термос, но при попытке положить в него лед, колба взорвалась. Повторные эксперименты дали тот же результат. Не можете ли вы объяснить, что происходит с колбами. Ведь когда мы наливаем в термос горячую воду и даже крутой кипяток, сосуд не разрушается.

**Е. ПЕТРОВ.**  
г. Москва.

Как известно, термос сохраняет тепло благодаря своим двойным стенкам, между которыми откачивается воздух. Силы, действующие на колбу извне (атмосферное давление), уравновешены противодействующими силами (прочность, упругость

## ЛОПНУЛА КОЛБА



материала и другое). Когда термос заливают горячей жидкостью и закрывают пробкой, давление во внутреннем замкнутом пространстве увеличивается, а разность давления между внешним и внутренним пространством уменьшается. Если же в колбу положен лед, давление, наоборот, уменьшается, и разность давлений увеличи-

вается. Напряжение в стенке колбы возрастает, и она разрушается. В колбе с закрытой пробкой вероятность разрушения еще больше. Повышенная напряженность вследствие разности давлений особенно сильно сказывается при контрасте температур внутри колбы и снаружи.

И последнее. Когда в термос наливают горячую воду, то при повышении давления в камере от разогретого воздуха пробка выталкивается — изливается давления таким образом «сравняется», присутствие льда в камере создает обратную картину: воздух при охлаждении сжимается — пробка вытягивается в камеру, еще больше герметизируя. Давление в камере уменьшается (см. рис. 1, 2).

**Л. АФРИН.**



# ФОРМУЛА БЕГА

Пути к надежному здоровью человека чаще всего не так сложны, как это порой представляется многим. Не лекарства, а тренировки, не теплые одежды, а закаливание — эти широко известные правила проверены в наши дни неоднократно. Режим физических нагрузок и ограничений в пользовании благами комфорта дает отличный оздоровительный эффект. Разговор о средствах оздоровления, которыми может и должен владеть каждый из нас, мы начали в № 3, 1982 г., с самого простого — ходьбы и продолжили в № 4, 1982 г., статьей с рекомендациями о пользе хождения босиком. О ходьбе рассказал сотрудник журнала «Физкультура и спорт» Стив Борисович Шенкман, который давно и плодотворно разрабатывает проблему сохранения и укрепления здоровья и написал на эту тему книгу «Мы — мужчины». Сегодня речь пойдет об оздоровительном беге.

Стив ШЕНКМАН.

В сочинении «О диете» Гиппократ писал: «Для упражнения используйте медленный бег, достаточные утренние прогулки». В наставлениях великого врача слово «бег» встречается сотни, если не тысячи раз. Древние греки любили бег. Долгое время бег был единственным видом олимпийских состязаний, он входил во все программы подготовки воинов. Видимо, было бы правильным считать бег определенной составной частью эллинской культуры, разрушенной варварами. А возрождение последовало лишь тысячелетия спустя, когда француз Кубертэн создал новые олимпийские игры, а затем новозеландец Лидьярд определил место для бега в современной иерархии ценностей.

Если поначалу идеи Лидьярда о мощном оздоровительном воздействии бега и необходимости регулярных тренировок встретили дружный хор скептических высказываний, то теперь, наоборот, резкой критике подвергается всякое публично высказанное сомнение о пользе бега. Этот вид физических упражнений как нельзя лучше подошел к современным условиям жизни. Он оказался превосходной компенсацией повреждающих воздействий эпохи научно-технической революции с ее физическими недогрузками и психическими перегрузками, экологическими сдвигами и избыточным питанием. Курьезный пример: президент компании «Хоспитал корпорейшн оф Америка» Т. Фрист платит своим сотрудникам 16 центов за каждую милю бега. Логика здесь простая: бег так ощутимо благотворно воздействует на здоровье, что куда выгоднее тратить деньги, поощряя сотрудников, чем нести убытки в случае их болезни.

Кеннет Купер, создатель оздоровительной системы, которую он назвал аэробикой, напрямую связывает пробегаемые километры с ростом жизненных сил человека. Эту зависимость он даже выразил в очках. Чем больше преодолено километров и чем выше скорость бега, тем больше очков. Чтобы обеспечить себе надежный минимум здо-

ровья, следует в неделю набирать не менее 30 очков (женщине достаточно 24).

Что такое 30 очков по Куперу? Это значит трижды в неделю пробегать 3 километра за 15 минут, или четырежды в неделю, но уже за 19 минут, или пять раз в неделю за 20—22 минуты. Интенсивность тренировок компенсируется их длительностью. Купер предпочитает как раз спокойный темп бега при соответственно большей продолжительности. Такой ритм беговых тренировок повышает тонус организма. Разумеется, Купер не ограничивает возможности тренировок тремя километрами. Он составил таблицы подсчета очков и для других дистанций бега (см. таблицу внизу).

Дистанция (в м)	Время (в мин.)	Очки за одну тренировку
2000	18.00—14.25	2,5
	14.24—12.01	4
	12.00—9.36	5
	9.35—8.01	6
	8.00—6.53	7,5
	быстрее 6.53	8,5
4000	50.00—37.31	4
	37.30—30.01	6,5
	30.00—25.01	9
	25.00—20.01	11,5
	20.00—16.41	14
	16.40—14.19	16,5
5000	быстрее 14.19	19
	46.30—37.13	8
	37.12—31.01	11,5
	31.00—24.49	14,5
	24.48—20.41	17,5
	20.40—17.44	20,5
10 000	быстрее 17.44	24
	1:37.30—1:18.01	18,5
	1:18.00—1:05.01	25
	1:05.00—52.01	31,5
	52.00—43.21	38
	43.20—37.10	44,5
	быстрее 37.10	51

Эти таблицы Купер разработал на основе лабораторных измерений поглощения живыми тканями кислорода при беге различной длительности и интенсивности. За работу, при которой организм усваивает 7 миллилитров кислорода на 1 килограмм веса тела в минуту, Купер начисляет 1 очко. Из этого эталона он и исходит при составлении таблиц.

Легко заметить, что эти таблицы весьма приблизительны. 4 километра за 30 минут — это 9 очков, а всего на одну секунду хуже — лишь 6,5. Однако для тех же 6,5 очка можно бежать 30 минут 1 секунду, а можно и 37 минут 30 секунд, что неизмеримо легче. Такие допуски Купер позволил себе для облегчения подсчетов, но все равно таблиц получилось много. Исходя из этого автор настоящей статьи разработал формулу, которая позволяет с достаточной степенью точности подсчитывать очки, набранные при беговых тренировках.

$$P = \frac{75 \cdot S^3}{t^2},$$

где P — сумма очков, S — дистанция в километрах, а t — время преодоления этой дистанции в минутах.

Существуют и другие эмпирические формулы бега. Инженер из Ростова-на-Дону Константин Царда предлагает несколько более сложную систему, учитывающую и возраст бегуна:

$$K = \frac{10 + \sqrt{B \cdot S}}{t},$$

где K — коэффициент, определяющий оценку бегуна; B — возраст бегуна в годах; S — пробегаемая дистанция в км; t — средний

темп бега в минутах на км, то есть  $t = \frac{T}{S}$ ,

где T — время преодоления всей дистанции в минутах.

Например, для 30-летнего мужчины, пробегающего 3 километра в темпе километр за 5 минут,

$$K = \frac{10 + 30 \cdot 3}{5} = 3,89.$$

Для 45-летнего, пробегающего 10 километров в темпе 7 минут на километр,

$$K = \frac{10 + 45 \cdot 10}{7} = 4,45.$$

Инженер Царда предлагает следующие значения для коэффициента бега (см. таблицу справа).

Этот коэффициент может быть использован как для самооценки, так и в соревнованиях, где бегуны разного возраста стартуют на различные дистанции. В этом случае судьи могли бы объявлять победителей для каждой дистанции и возрастной группы отдельно, а затем лучших в суммарном зачете всех дистанций и возрастных групп.

Но прежде чем соревноваться, надо пройти необходимый курс подготовки, адаптации к беговой нагрузке. Все без исключения

авторы настаивают на очень постепенном нарастании длительности и особенно темпа бега. Пожилой, плохо подготовленный человек может начинать тренировки буквально с 1—2 минут бега, в темпе чуть быстрее ходьбы. Техника бега знакома каждому с детства, она предельно проста и естественна: слегка согнутые в локтях руки расслаблены, нога ставится не на носок, а на всю ступню, дыхание произвольное, желательно через нос.

Одну минуту можно бегать и в квартире, и более серьезные занятия требуют, конечно, соответствующих условий: парка, леса, сквера, стадиона; можно бегать во дворе, в тихом переулке, но не по загазованным улицам. Лучше всего трава, мягкий грунт, на асфальте первое время болят икроножные мышцы. Экипировка при беге более чем простая. Внимания требует лишь обувь — она должна быть легкой и удобной. Решение других чисто технических деталей тоже несложно. Большинство предпочитает бегать по утрам до завтрака.

Первое время можно чередовать бег с ходьбой: 200 метров ходьбы — 100 метров бега — 200 метров ходьбы — 100 метров бега, постепенно, изо дня в день или от недели к неделе (в зависимости от состояния) увеличивая дистанцию бега и сокращая дистанцию ходьбы. Лучший контролер — самочувствие. Если бег вызывает одышку или чрезмерное утомление, надо прекратить тренировку или снизить темп. Но наиболее надежное средство самоконтроля — пульс. Его надо мерить сразу же после бега, не теряя ни мгновения. Обычно меряют в течение 10 (или 15) секунд и умножают на 6 (или на 4), потому что после бега пульс снижается очень быстро.

В отличие от многих других физических упражнений бег позволяет довольно точно дозировать нагрузку, ориентируясь на частоту пульса. Установлено, что для каждой возрастной группы существует наиболее благоприятный режим тренировки, способствующий укреплению и развитию сердечной мышцы. Если пульс после бега ниже нижней границы благоприятной зоны, значит, мышца почти не тренируется. Выход за пределы верхней границы чреват срывом, патологическим стрессом. Варьируя продолжительность и темп бега, нетрудно держаться в рамках оптимальной зоны (см. таблицу на стр. 135).

Поскольку в одном и том же возрасте состояние сердца и сосудов у людей различно, нагрузку надо контролировать и по реакции восстановления пульса. Если через

Мужчины		Женщины	
Коэффициент	Оценка	Коэффициент	Оценка
До 3	Плохо Удовлетв. Хорошо Отлично	До 2,6	Плохо Удовлетв. Хорошо Отлично
3—3,7		2,6—3,3	
3,8—4,6		3,4—4	
Более 4,6		Более 4	



Возраст (в годах)	Оптимальная зона (частота сердечных сокращений в ми- нуту при исходной 60—65 ударов в минуту)
20	140—170
25	137—166
30	133—162
35	135—157
40	126—152
45	123—149
50	119—145
55	116—140
60	112—136
65	109—132
70	105—128

десять минут после бега пульс превышает исходный (тот, что был до бега) более чем на 20—25 ударов в минуту, то нагрузка была чрезмерной.

Человек очень быстро привыкает к беговой нагрузке. Период первичной адаптации Купер отводит 6—8 недель тренировок, когда пробежка проводится 3—4 раза в неделю. После этого бег становится делом привычным, приносящим физическое и моральное удовлетворение, которое связано с перестройкой организма на новый режим работы. Постепенно меняется и техника бега. В этой связи приходится поставить под сомнение так называемый бег трусцой. В спортивной тренировке, да и вообще в русском языке слова «бег трусцой» издавна связаны с вполне определенным понятием — бег при полном расслаблении, с семенящими (ступня-полторы), но довольно быстрыми (до 150—180 в минуту) шагами. Во время напряженной тренировки спортсмены используют бег трусцой для отдыха, расслабления мышц. А в беге неспортивным трусца используется лишь на самом начальном этапе, как форма тренировки, когда организм еще не адаптирован к новой нагрузке. Довольно скоро регулярно тренирующийся человек непроизвольно переходит на более широкий, размашистый шаг, увеличивает темп. Это уже трудно назвать бегом трусцой. Специалисты подразделяют бег на спортивный, оздоровительный и лечебный (как составную часть лечебной физкультуры).

Надо сказать, что значение оздоровительного бега при заболеваниях сердца и сосудов легко объяснимо. Длительный бег в равномерном темпе при многократных повторениях в оптимальном режиме тренирует сердечную мышцу и стенки сосудов, которые обретают эластичность и способствуют увеличению просветов, резко возрастает сеть капилляров. Если очень точно дозировать нагрузку, ни в коем случае не превышая возможностей ослабленного сердца, то можно добиться хороших результатов. Описаний подобных результатов более чем достаточно.

Если с сердцем или, скажем, с ожирением все довольно ясно, то что можно сказать о влиянии оздоровительного бега на другие недуги? Бег не лекарство, а очень мощное неспецифическое средство, направленное не на определенный орган или ткань, а на оздоровление всего организма, подобно тому, как действует диета, дыха-

тельная гимнастика или, скажем, закаливание. Учитывая, что все мы очень разные, можно предположить, что эти средства у одних людей особенно удачно воздействуют на печень, у других на состав крови, у третьих на иммунную систему, обменные процессы и т. д.

Так или иначе, но воздействие оздоровительного бега настолько серьезно, что ему посвящается все большее число специальных исследований. Согласно статистике, только в США бегают сейчас около 30 миллионов человек. Впервые за десятилетия кривая смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, бича этой страны, перестала расти вверх. Просто ли это совпадение, или же благотворное воздействие бега, сказать пока трудно. Нужны время и статистика.

Для популяризации бега очень важно, чтобы им в первую очередь занялись врачи, педагоги, научные работники, руководящий состав предприятий. Врачи наиболее ощутимо влияют на образ жизни пожилых людей, педагоги — на молодое поколение, ученые и администраторы — в основном на активно работающие возрастные группы. А заинтересованы в беге прежде всего представители тех профессий, которые более всего поражены гиподинамией и другими негативными воздействиями НТР. Причем круг этих профессий гораздо шире, чем принято считать. Он включает не только служащих, научных работников, студентов, пенсионеров, но и водителей всех видов транспорта, операторов, даже станочников. Вот письмо, полученное мной от шахтера из Воркуты Николая Мартынова.

«Бегать я начал четыре года назад. Теперь моя норма — 30 километров за тренировку. Знаете, что такое 30 километров в Воркуте? Ветер, тундра, мороз, снег сверху и снизу, короткий световой день. Зато воздух свеж и чист. На втором месте после бега у меня — атлетическая гимнастика. Бег тренирует сердце, сосуды, дыхание, а гимнастика — мышцы. Одно без другого — недостаточно для душевного комфорта. Дело ведь не только в том, что ничего не болит. Физическое здоровье — это много, но еще не все. Бег наполнил мою жизнь новым смыслом».

Да, люди, бегающие регулярно и подолгу, получают от бега огромное наслаждение. Несмотря на трудности, порой даже мышечную боль, они обретают состояние душевного благополучия, комфорта, близкого к эйфории. Явление это чрезвычайно распространено. Такие бегуны называют себя «лосями», бег для них не средство оздоровления, а физическая и психическая потребность, которая находит обоснование в свете недавних открытий английского исследователя М. Каразерса. Он обнаружил гормон норепинефрин, количество которого при длительном беге в оптимальном режиме удваивается, а этот гормон устраняет депрессивное состояние, порождает оптимизм, чувство благополучия. Оно стоит того, чтобы тратить время на пробежку, преодолевая ложное чувство неловкости и истинные трудности от немалого физического напряжения.

«Как защитить от поражения молнией садовый домик, дачу и другие постройки сельского типа!» — спрашивают Н. Завьялова, И. Барнос из Москвы и многие другие читатели.

«...Такие стрелы на местах, от обращения человеческого по мере удаленных, ставить за небесполезное дело почитаю, дабы ударяющая молния больше на них, нежели на головах человеческих и храминах силы свои изнуряла».

М. В. Ломоносов.

Сил у молнии действительно много: ее ток достигает двухсот тысяч ампер при напряжении до ста тысяч киловольт. Причем известны случаи, когда в течение полутора секунд в одно и то же место ударило несколько десятков молний. Несмотря на это, небольшой дом — не больше семи метров высотой и ста пятидесяти квадратных метров площадью — защитить от молнии достаточно легко.

Над коньком крыши (на расстоянии не менее 25 сантиметров от него) натягивается проводник — стальная проволока толщиной 5—6 миллиметров (рис. 1). На деревянные брусья, к

которым она крепится, устанавливаются вертикальные громоотводы высотой до метра. Дымовую трубу надежно защитят стальной колпак, проволоочная «вилка» или петля, подсоединенные к проводнику. Этот

же проводник кратчайшим путем опускается по стене дома и присоединяется к заземлению. Если длина такого громоотвода больше десяти метров, то заземлять его следует с двух сторон.

Молния чаще всего ударяет в коньки крыш, края фронтонов, слуховые и мансардные окна. Поэтому проводник можно проложить по таким выступающим местам, прикрепив прямо к крыше из черепицы или шифера или смонтировав на деревянных штырях или сплошном бруске на крыше из дранки, толя и других горючих материалов. Заземляют такой громоотвод в нескольких точках. Деревянные детали окрашивают масляной краской.

Дом, покрытый железом, будет в полной безопасности, если три-четыре раза заземлить его крышу, через каждые десять — пятнадцать метров по периметру. Как прикрепить заземление, показано на рисунке 2.

Прост в изготовлении и стержневой громоотвод. При высоте пять метров, считая от конька, он может защитить дом длиной пятнадцать и шириной семь метров. Устанавливается громоотвод на жерди толщиной десять — пятнадцать сантиметров, прибитой к стропилам в середине крыши или закопанной рядом с домом. Можно укрепить громоотвод и на растущем рядом с домом дереве. Его привязывают к стволу над сучьями мягкой проволокой диаметром два-три миллиметра через каждые два-три метра. Если дом находится ближе пяти метров от дерева, то по его стене прокладывают проводник, присоединенный к тому же заземлению, что и громоотвод (рис. 1).

Верхний конец громоотвода делают из проволоки того же диаметра, что и остальные его части (или большего — до 14 милли-

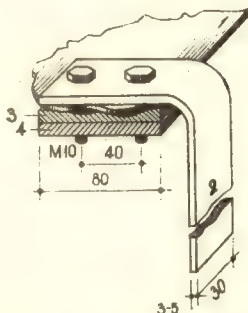
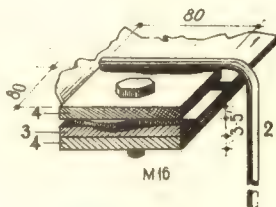
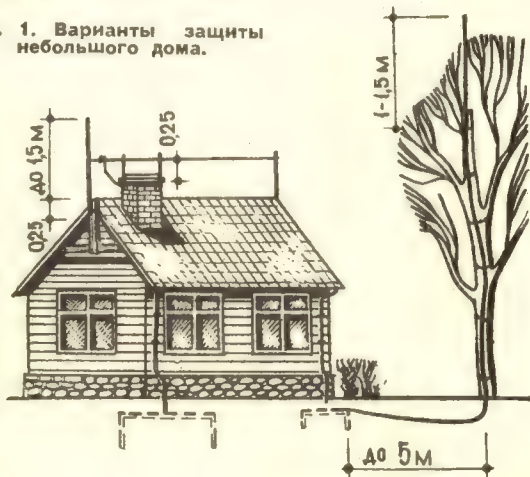


Рис. 2. Способ присоединения заземления к стальной крыше.

1. Крыша. 2. Заземление. 3. Свинцовая пластина. 4. Стальные пластины.

Рис. 1. Варианты защиты небольшого дома.





метров), стальных полос, уголков или труб сечением 50—60 мм<sup>2</sup>. Трубу сверху сплющивают или заваривают на конус, а из проволоки делают петлю, закрепляя ее скруткой или банджом из проволоки (рис. 3).

Заземление может быть тоже из проволоки, но лучше из стальных труб, например, водопроводных, диаметром 40—60 миллиметров, стальных полос, уголков и другого материала сечением не менее 50 мм<sup>2</sup>. Заземление укладывают в землю на глубину не менее 80 сантиметров (чем глубже, тем лучше). В самом простом случае в канаву укладывают проволоку или металлическую полосу длиной несколько метров. Можно забить в грунт две-три сваи из труб или уголков так, чтобы их верхний конец находился на глубине восьми-десяти сантиметров. Соединяются сваи горизонтальной шиной из стальной полосы или проволоки, к середине которой прикрепляется громоотвод (рис. 4).

Если грунт сухой, песчаный и плохо проводит электричество, то заземление следует засыпать древесным углем, смешанным с поваренной солью (примерно 0,5 кг соли на ведро угля). Это сильно понизит сопротивление почвы: уголь — хороший проводник, а соль гигроскопична.

Заземление следует располагать на расстоянии не менее пяти метров от дорожек и проходов.

Громоотвод укрепляется на деревянных стенах и жердях скобами или хомутами, прибитыми на расстоянии одного-двух метров друг от друга. Под хомуты полезно проложить изоляторы из куска резинового шланга. Проводники необходимо прокладывать так, чтобы на них не было петель и острых углов, иначе их могут разорвать силы, возникающие при разряде молнии. На высоту около двух с половиной метров от земли их закрывают стальной трубой, уголком или деревянным коромыслом.

Способы соединения деталей громоотвода показаны на рисунке 5. Самые на-

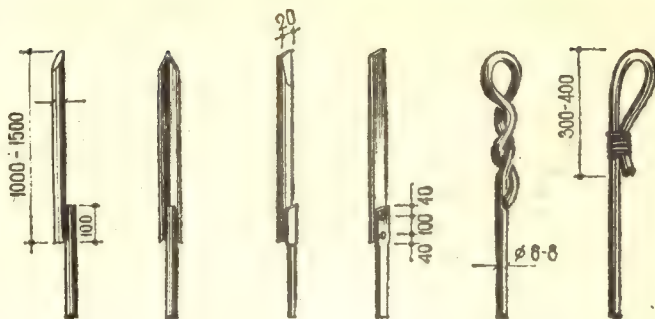


Рис. 3. Устройство верхней части громоотвода.

дежные — сварка или спайка, но можно применять и скрутку, бандажное соединение, специальные сжимы или соединения внахлест при помощи болтов и заклепок.

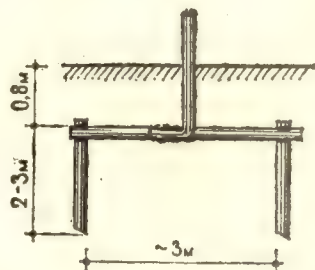
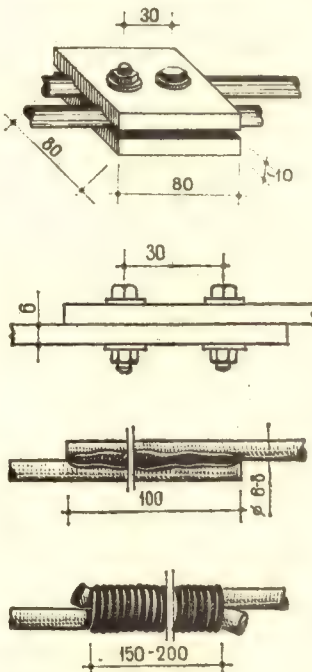


Рис. 4. Устройство заземления.

Рис. 5. Способы соединения деталей громоотвода.



Контактные поверхности должны быть хорошо очищены от краски, грязи и ржавчины. Места соединений (кроме сварных) обертывают изоляционной лентой, затем плотной тканью, закрепив ее тонкой проволокой или бечевкой, и все это закрашивают: не нарушая контакта, краска хорошо предохраняет от окисления. Между всеми частями громоотвода должен быть надежный электрический контакт.

Ежегодно, до начала гроз, проводят осмотр частей громоотвода и мест их крепления и при необходимости их заменяют и окрашивают.

Раз в три года проверяют исправность соединений, зачищают контакты, подтягивают ослабевшие соединения или заменяют их.

Раз в пять лет вскрывают заземляющие электроды, проверяют надежность их соединения и глубину коррозии. Если сечение поржавевшей детали уменьшилось больше, чем на одну треть, ее следует заменить.

Помощь в изготовлении громоотводов могут оказать районные организации добровольных пожарных обществ (ДПО), которым выделяется металл для их изготовления, а поподробнее прочитать о них можно в книгах:

А. М. Шепелев. Как построить сельский дом. Москва. Стройиздат. 1976.

Инструкция по проектированию молниезащиты зданий и сооружений. Москва. Стройиздат. 1978.

С. ТРАНКОВСКИЙ.

Дополнения к материалам  
предыдущих номеров

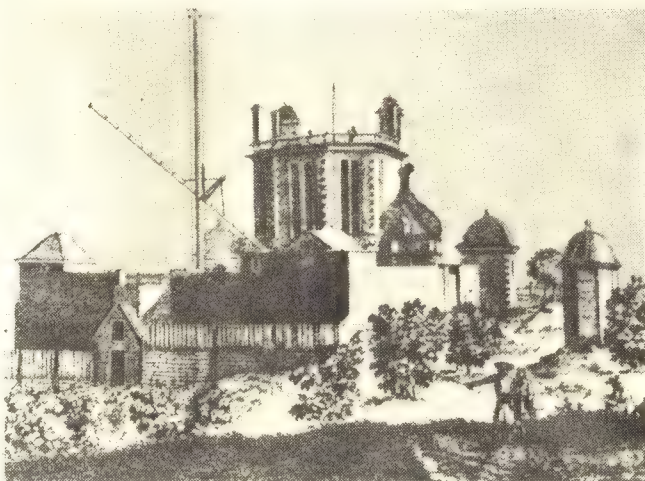
В журнале «Наука и жизнь» (№ 11, 1981, стр. 99) в разделе «Кунсткамера» опубликована небольшая заметка об отсчете географической долготы. Наверное, читателям будет небезынтересно подробнее познакомиться с историей этого вопроса.

Еще до нашей эры древнегреческие ученые предложили провести начальный меридиан через остров Родос в Средиземном море. В середине второго века нашей эры на картах Маринуса Тирского и Птолемея нулевой меридиан уже обозначен; он проходит через западную оконечность острова Ферро (Иерро) в группе Счастливых (Канарских) островов.

Узаконить такой порядок отсчета долготы попытались на конгрессе математиков и астрономов в 1636 году. Вот как писал об этом один из русских научных журналов: «И тако учинено начатие меридиана на некотором месте, а именно на Канарских островах, понеже оные между известными издревле частями света к

Так выглядит это здание в наши дни.

Здесь находится мерная полоска, отмечающая нулевой меридиан, от которого ведется отсчет географической долготы. Сама же обсерватория с 1954 года переведена для удобства наблюдений в замок Херстмонсо, в 70 километрах к юго-востоку от Гринвича.



Здание Гринвичской обсерватории. Со старинной гравюры.

## «ТАКО УЧИНЕНО НАЧАТИЕ МЕРИДИАНА»

Западу далее всех обретаются и чрез оные тако именуемый **первый меридиан проведен**.

Однако именно с этой поры началась полная неразбериха с начальной линией для отсчета долготы. Во Франции широко применялся Парижский меридиан, испанцы и португальцы брали за нулевой меридиан порты отплытия. В России практиковали составление карт от портовых или «главных» городов империи. Так, на «Меркаторской карте Охотского моря и части Восточного океана, прилегающей к Камчатке» долготы указаны от Петербурга. А на «Генеральной карте Северного и Восточного океанов, составленной при Морской Академии 19 ноября 1742 г.» — от Большерецка — порта на западном побережье Камчатки. Той же цели служили в разные годы порты и города: Охотск, Петропавловск, Анадырь, Тобольск, Архангельск. Крайний западный остров российских владений — Даго (ныне остров Хийумаа в Эстонии)

также служил начальным меридианом, например, на картах из «Атласа Всероссийской империи» 1731 года. И это наряду с использованием меридианов острова Ферро и Гринвича.

История гринвичского меридиана, ныне признанного во всем мире, началась с указа короля Англии Карла II от 6 июня 1675 года: «Для нахождения долготы места и совершенствования навигации и астрономии Мы повелеваем построить небольшую обсерваторию в Нашем парке в Гринвиче на более высоком месте с помещением для астронома и его помощника». Любопытно отметить, что, будучи в Англии в 1698 году, Петр I не преминул дважды посетить Гринвичскую обсерваторию. Он осмотрел инструменты и провел наблюдения Венеры.

Долготная лихорадка привела к тому, что английский парламент в 1714 году создал Бюро долгот и объявил премию за лучший способ определения долготы. Лауреатами премий ста-



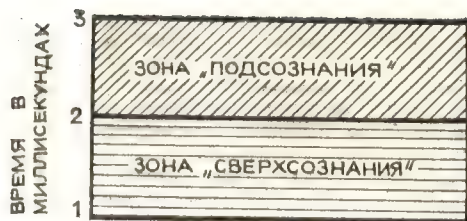


Схема результатов опытов с опознанием эмоционально нейтральных и эмоционально значимых сигналов при их кратковременном предъявлении. 1 — порог опознания сигналов, вызывающих чувства раскаяния и вины в связи с преобладанием мотива «для других»; 2 — порог опознания эмоционально безразличных сигналов; 3 — порог опознания сигналов, вызывающих эмоцию страха на базе мотива «для себя» (феномен «психологической защиты»).

санкционирует это единственно возможное решение, подсказанное интуицией.

«Для себя» и «для других». Социальные потребности человека образуют еще две большие группы, которые для краткости изложения мы назовем потребностями «для себя» и «для других». Деятельность подсознания явно тяготеет к потребностям первой группы, функции сверхсознания объективно и преимущественно ориентированы «на других».

Э. А. Костандов определял пороги опознания слов у лиц, совершивших противоправные поступки. Слова демонстрировались на экране очень короткое, но постепенно увеличивавшееся время. Ту минимальную продолжительность экспозиции, при которой субъект успевал прочесть и повторить предъявляемое слово, называют порогом опознания. Список слов включал как слова безразличные для наблюдателя («дерево», «небо», «стол» и т. д.), так и слова, эмоционально окрашенные, связанные с преступком («мечь», «суд», «нападение» и т. п.). Оказалось, что одни испытуемые опознают эмоциональные слова раньше нейтральных (то есть порог их опознания понижен), а другие — позже нейтральных (повышение порога). Если рассматривать минимальное и максимальное время опознания эмоциональных слов в качестве границ зоны, где функционирует сознание, то одни слова окажутся над этой границей, то есть «сверх сознания», а другие — под ней, то есть «под сознанием».

Есть основания предположить, что повышение порогов происходило в тех случаях, где у испытуемого преобладали эгоистические мотивы «для себя»: страх перед наказанием, стремление его избежать и т. п., что и проявлялось в феномене «психологической защиты», когда мозг стремится как бы оградить психику от нежелательных внешних сигналов. В случаях, где домини-

ровали потребности «для других» — чувства раскаяния и вины, — чувствительность, наоборот, повышалась, и слова, напоминавшие о содеянном, воспринимались раньше всех остальных. Не так ли в романе Достоевского «Преступление и наказание» преследовал Раскольникова звук колокольчика, а в каждом ничтожном событии мерещился намек на совершенное им преступление? Присущее человеку чувство вины принципиально отлично от страха перед наказанием.

Разумеется, приведенный нами пример с изменением порогов — лишь самое элементарное проявление функций под- и сверхсознания в деятельности физиологических механизмов восприятия. И все же этот пример знаменателен. Ведь все, относящееся к подсознанию — автоматизированные навыки, запечатления непроизвольной памяти, конфликты между некоторыми побуждениями и социальными нормами их удовлетворения, — принадлежит лично субъекту и служит только ему. Деятельность сверхсознания исходно затрагивает интересы других. Результаты познания и творчества превратятся в бессмыслицу, если они будут принадлежать одному лишь познающему субъекту. Ломка старых норм и замена их новыми, уточненными и более совершенными нормами социальна по определению, ибо у общественного человека не может быть норм, существующих только для него. В сущности, сверхсознание представляет один из психологических механизмов, благодаря которому объективные потребности развития общества трансформируются в мотивы поведения отдельного человека.

**Биологическое, социальное и идеальное.** Известный австрийский психолог Зигмунд Фрейд полагал, что структура человеческой психики состоит из трех основных компонентов. Это сфера биологических влечений («Оно», по терминологии Фрейда), сознающее «Я» и «Сверх-Я», где сосредоточены социальные нормы поведения, усвоенные субъектом. По отношению к суверенной личности «Сверх-Я» (и его производные: совесть, чувство вины и т. п.) выступает как репрессивное начало, как орудие подчинения индивида обществу, его запретам, его велениям. Вот почему для рационального «Я» давление «Сверх-Я» не менее чуждо и опасно, чем темные инстинкты «Оно», среди которых преобладают половое влечение и агрессивное-разрушительные импульсы, направленные на хранителей норм, будь то отец или вождь первобытной общины. Что касается творческого начала в психической деятельности мозга, то оно возникает, по Фрейду, как средство примирения противоборствующих сил «Оно» и «Сверх-Я». Для теории Фрейда оказалось вполне достаточно подсознания.

Категории сверхсознания нет места в системе представлений Зигмунда Фрейда, как нет в ней и самостоятельной группы идеальных, духовных, познавательно-творческих потребностей. При анализе творчества Фрейда не оставалось иного выхода

как вновь обратиться к конфликту между биологическим «Оно» и социальным «Сверх-Я», к трансформации («сублимированию») подавленных сексуальных влечений.

Однако конфликты возникают не только между материально-биологическими потребностями субъекта и социальными нормами их удовлетворения. На примере Алеши Карамазова мы могли убедиться, что конфликт между ранее усвоенными нормами и действительностью, между общепринятым и тем новым, что принесло с собой более глубокое познание этой действительности, может оказаться не менее острым и напряженным. Вот в этой-то «горячей точке» соприкосновения социального с идеальным и возникает феномен сверхсознания, закономерно отсутствующий в системе Зигмунда Фрейда.

С точки зрения марксизма «...высшими культурными и нравственными ценностями являются те, которые в наибольшей степени содействуют развитию общества и всестороннему развитию личности» (П. Н. Федосеев. Культура и мораль. «Вопросы философии», 1973, № 4, стр. 36). Этим высшим ценностям, накопленным человечеством на протяжении столетий, должно быть обеспечено надежное хранилище от превратностей и противоречивости сиюминутных влияний. Массовое «промывание мозгов» не раз в истории демонстрировало свою эффективность, в короткие сроки склоняя широкие круги населения той или иной страны к следованию за реакционными лозунгами. Искаженное таким образом сознание отступало на второй план перед разпаленными инстинктами вседозволенности. Но всегда оставались люди, способные противостоять «освобождению от химеры, называемой совестью», и продолжавшие прислушиваться к ее голосу.

## О ПОЛЬЗЕ ИЛЛЮЗИИ

«Люди только по той причине считают себя свободными,— писал Бенедикт Спиноза,— что свои действия они сознают, а причины, которыми они определяются, не знают...» Уместно спросить: почему люди в полной мере не осознают причин **совершаемых ими действий**? Потому что эти причины сложны, противоречивы, трудно доступны объективному анализу? Или потому, что неполная, лишь частичная осознаемость мотивов представляет объективную необходимость организации поведения? Мы хотим остановиться на значении последнего предположения.

Наши поступки объективно определены присущими каждому из нас генетическими задатками и условиями воспитания. И это способно породить субъективное чувство полной безответственности, продиктованной убеждением, что за мои поступки отвечаю не я, но мои воспитатели, сформировавшая меня «среда». Длительная

эволюция, а затем процесс исторического развития социального человека должны были «спрятать» от сознания субъекта определенные стадии организации его поведения подобно тому, как столь же необходимо было исключить вмешательство сознания в первоначальные этапы творчества. Именно субъективное чувство личной свободы выбора (который в действительности определен всем предшествующим воспитанием) побуждает человека вновь и вновь спросить себя: а прав ли я, поступая таким образом? О важности воспитать в человеке способности всесторонне анализировать свои поступки хорошо написали супруги Л. и Б. Никитины: «Мы стремимся воспитать ребенка так, чтобы в сложных случаях он научился действовать не из страха или какой-то выгоды, не по принципу «наших бытов!» и не потому, что «хочу, чтобы было по-моему!», а по справедливости. Чтобы умел оценить каждую ситуацию, решить, кто прав, кто виноват, на чьей стороне выступить».

Развитие науки не разрешило мнимое противоречие между детерминизмом (причинной обусловленностью) поведения и свободой выбора, а **сияло** эту проблему как неправоммерно поставленную. Надо только помнить, что сама обусловленность человеческих поступков носит не абсолютно жесткий, но вероятностный характер, поскольку выбор зависит от большего или меньшего диапазона вариантов, подлежащих отбору. Поясним сказанное примером. Если я выбираю только между вариантами А и В, то я **исходно** не могу выбрать наилучший вариант С просто потому, что этот вариант мне неизвестен, не припоминается, не подкажан опытом или воображением. Следовательно, в практике воспитания надо формировать не только критерии отбора, но и запас возможных вариантов поступка, склонность к всестороннему рассмотрению сложившейся ситуации, различных последствий того или иного решения.

Вместе с тем способность к самоанализу может обернуться и рефлексией, бесконечным перебиранием доводов «за» и «против». Для такого рассудочного анализа очень часто просто не хватает времени. И тогда потребность, устойчиво доминирующая в структуре данной личности, диктует не требующее доказательств, интуитивное решение, которое воспринимается субъектом как «веление совести», «зов сердца», «внутренний судья».

Представления о свободе воли и свободе выбора как феноменах, противоречащих безусловной зависимости поступков человека от его природных задатков и (в решающей мере) от условий воспитания, давно уже несовместимы с научным подходом к анализу человеческого поведения. Вместе с тем чрезвычайно важным и **объективно существующим** моментом организации поведения являются **субъективно ощущаемая свобода выбора**, чувство личной ответственности за поступок, способствующее более всестороннему и обстоятельному анализу его возможных последствий.



Эта столь полезная и жизненно необходимая иллюзия обеспечивается специальным механизмом, частично скрывающим от сознания субъекта его истинные мотивы. И хотя, по утверждению Л. Фейербаха, «я упрекаю себя только в том, в чем упрекает меня другой», и хотя совесть есть лишь «память общества, усвояемая отдельным лицом» (Л. Толстой), «презирать суд людей нетрудно; презирать суд собственный невозможно» (А. С. Пушкин).

Совесть — исторически изменчивая и социально детерминированная норма удовлетворения потребности «для других», присущая данному конкретному человеку. «Угрызения совести» — отрицательная эмоция, связанная с неудовлетворением этой потребности. Если субъект терпит неудачу в достижении какой-либо эгоистической цели «для себя», будь то вещь, карьера и т. п., он может испытывать досаду, огорчение, злость, зависть и т. д., но совесть здесь ни при чем. Если же оказалась не удовлетворена потребность «для других», если я подвел, обманул, получил что-то для себя за счет другого, может возникнуть (к сожалению, не всегда!) отрицательная эмоция, которую мы называем «угрызениями совести», «чувством вины» и т. п. Становится ясно, что совесть есть не формальное знание норм, а присущая личности **потребность следовать** этим нормам. Путь к формированию совести лежит через формирование развитой потребности «для других», через способность к сочувствию и сопереживанию. Об этом много раз говорил В. А. Сухомлинский: «Искусство облагораживания ребенка и подрастающего человека высшими чувствами и переживаниями является искусством сопереживания».

Механизм совести освобождает поведение от непосредственных сиюминутных регулирующих воздействий социального окружения, переносит эти воздействия как бы внутрь субъекта. «Когда никто не увидит и никто не узнает», — писал В. Г. Короленко, — а я все-таки не сделаю, — вот что такое совесть». Необходимо подчеркнуть, что совесть — это отнюдь не память о возможном наказании или предстоящем вознаграждении за поступок, и об этом тоже не раз говорил Сухомлинский: «... очень важно, чтобы положительная общественная оценка достоинств личности выражалась не в премиях, наградах и т. п., не сравнением достоинств одного с недостатками другого. Такая оценка вместо коллективизма воспитывает детский карьеризм, опасный тем, что он таит в себе духовный заряд на всю жизнь: из маленького карьериста вырастет большой негодяй». Кнут и пряник могут научить способам избегания кнута и кратчайшему пути к добыванию пряника, но совести они не сформируют.

Ограниченность наших знаний о всей сложности и всем многообразии присущих человеку потребностей подчас приводит к поверхностному суждению об истинных причинах того или иного поступка. Как часто, встретившись, скажем, с подростком, который без всякого видимого повода ударил случайно встретившегося про-

хожего, мы склонны рассуждать о «безмотивной агрессивности». Но эта агрессивность «безмотивна» только для нас. На самом деле здесь нередко кроется уродливо деформированная потребность утвердить или повысить свой групповой ранг среди сверстников, поднять свой престиж в глазах неформального лидера микросоциальной группы.

Столь же упорно мы призываем воспитывать «потребность в труде». Но труд — лишь средство удовлетворения тех или иных потребностей. Трудится в поте лица своего и стяжатель, одержимый жаждой накопительства. От **мотивов** труда зависит его социальная и личностная ценность. Для того, чтобы деятельность приносила человеку радость и удовлетворение в процессе ее осуществления до получения конечного материального результата и социального одобрения, должны быть соблюдены два условия: субъект должен обладать достаточно высокой квалификацией, и эта деятельность должна содержать в себе элементы познания и творчества.

Только квалифицированный труд способен стать деятельностью «для других». Такой деятельностью не может, скажем, быть труд малограмотного врача, какими бы человеколюбивыми мотивами он искренне ни вдохновлялся. С другой стороны, только познавательно-творческое начало превращает труд в самосовершенствование индивида, в самореализацию его способностей и задатков. Поэтому именно квалификация и творчество должны быть предметом забот воспитателя для того, чтобы труд действительно превратился в первейшую жизненную потребность, о которой говорили классики марксизма.

Здесь мы встречаемся с подлинно диалектическим взаимодействием сознания и сферы потребностей, которые лишь частично и далеко не в полной мере осознаются субъектом. Бессмысленно апеллировать к сознанию, призывая воспитуемого поступать хорошо и не поступать плохо. На этом пути терпели крах все утопии прошлого, а в наши дни обнаруживается столь малая эффективность, например, антиалкогольной пропаганды. Вместе с тем именно сознание человека представляет единственный реальный путь к сфере его потребностей, с тем чтобы они формировались в интересах общества и гармонического развития личности. Удовлетворение социально ценных потребностей вызовет положительные эмоции, которые обязательно повлекут за собой обратное усиливающее влияние на породившие их потребности. В сущности, так и поступают все талантливые воспитатели от Макаренко и Сухомлинского до энтузиастов — организаторов летних трудовых лагерей и военно-спортивных игр. Не проповедями оперируют они, не разъяснениями типа «что такое хорошо и что такое плохо», а вовлечением подростков в богатую впечатлениями, романтическую по форме и общественно ценную по содержанию деятельность, привлекательную самим процессом ее осуществления, где самое обыденное,

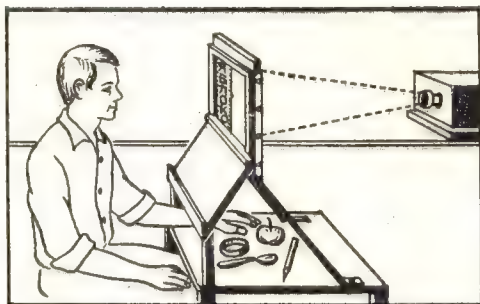


Рисунок прибора для изучения функций двух полушарий мозга. Названия или изображения предметов коротко предъявляются на левой или правой сторонах экрана, а сами предметы расположены так, что испытуемый может их узнать только на ощупь.

трудное и прозаическое становится источником положительных эмоций, в том числе радостного «преодоления себя», успехов собственной воли.

## ПАТОЛОГИЯ НЕОСОЗНАВАЕМОГО

Дальнейшее изучение сферы под- и сверхсознания чрезвычайно важно для понимания истоков нервно-психических заболеваний. Фрейд был первым, кто открыл роль неосознаваемого психического в невротических заболеваниях человека. Это открытие легло в основу специального метода лечения — психоанализа, когда врач в беседе с больным вскрывает неизвестную больному психологическую причину его болезненного состояния. На важность такого рода анализа указывал И. П. Павлов: «...надлежит отыскать вместе с больным или помимо его, или даже при его сопротивлении, среди хаоса жизненных отношений те разом или медленно действовавшие условия или обстоятельства, с которыми может быть с правом связано происхождение болезненного отклонения, происхождение невроза».

Но, по Фрейду, привести к неврозу мог только конфликт между биологическими инстинктами («Оно») и социальной цензурой «Сверх-Я». Непереносимый для сознающего «Я» конфликт вытесняется в подсознание и образует ядро невроза, невидимо тлеющий очаг патологического процесса. Такой трактовки механизма невротических заболеваний сегодня уже недостаточно.

Например, психологам и врачам известны две разновидности хронического отрицательного эмоционального состояния. В первом случае человек ощущает постоянное неприятное напряжение, раздражительность, приступы безотчетной тоски, неудовлетворенность собой. Если это состояние (его называют фрустрацией) переходит

в болезнь, оно может обернуться депрессией тоски, когда человек страдает от пустоты, бессмысленности и безрадостности жизни. Во втором случае субъект испытывает хроническую тревожность, ощущение какой-то неясной угрозы, нависшей над ним беды, хотя видимых причин для подобных опасений у него нет. В клинике похожее состояние уже имеющегося, уже достигнутого субъектом. Тревожность — это страх перед возможной неудачей. Фрустрация — огорчение в связи с отсутствием успехов.

Можно предположить, что в первом случае мы имеем дело с хроническим неудовлетворением потребностей роста, развития в широком смысле этих понятий. Во втором — с неудовлетворенностью потребности сохранения уже имеющегося, уже достигнутого субъектом. Тревожность — это страх перед возможной неудачей. Фрустрация — огорчение в связи с отсутствием успехов.

Кстати, депрессии редко возникают в связи с неудовлетворенностью биологических и даже социальных потребностей. Как правило, депрессия оказывается следствием неудовлетворения потребностей высшего, идеального типа. Не разлука с близким человеком сама по себе, не крах карьеры или служебная неудача, а крушение веры в ценности, которые казались неизбежными, утрата смысла своего существования порождают глубокое отчаяние и отказ от поисков выхода из создавшейся ситуации. Ясно, что схема конфликта между биологическими влечениями и общественными запретами здесь уже не работает. Многие разновидности депрессий можно рассматривать в качестве «болезни сверхсознания», подобно тому как истерия долгое время была классическим примером «болезни подсознания».

Болезненные состояния, затрагивающие деятельность под- и сверхсознания, требуют существенно различных методов психотерапии. Если в случае подсознательного конфликта успех лечения во многом зависит от осознания этого конфликта (психоанализ), то осознание причин депрессии эту депрессию не устранил. Здесь необходима переориентация личности на систему новых ценностей взамен утраченных и всемерное вовлечение субъекта в действенную борьбу за достижение новых целей.

Осуществляя свою «пробную экскурсию физиолога в область психиатрии», И. П. Павлов пользовался такими понятиями, как «кора головного мозга» и «подкорка» (то есть совокупность мозговых образований, расположенных ниже коры), такими категориями, как первая (образная) и вторая (речевая) сигнальные системы. Сегодня мы знаем гораздо больше и о коре и о подкорке. Сегодня мы знаем, что речь и основанное на ней отвлеченное мышление преимущественно связаны с левым (у правой) полушарием головного мозга, а оперирование чувственно непосредственными, конкретными образами — с правым полушарием. Согласно результатам, получен-



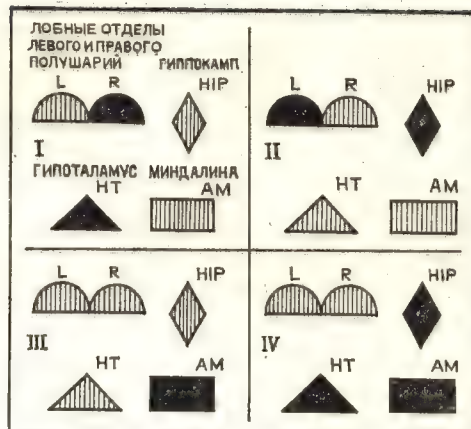
ным в нашей лаборатории, и анализу сведений, имеющихся в научной литературе, четыре отдела мозга играют ведущую роль в определении стратегии и тактики поведения. (См. «Наука и жизнь» № 2, 1979, стр. 25—26. Подробнее: П. В. Симонов. Потребностно-информационная организация интегративной деятельности мозга. «Журнал высшей нервной деятельности им. Павлова» № 3, 1979.) Удалось показать, что выделение потребности, подлежащей первоочередному удовлетворению, производит система мозговых структур, включающая два основных отдела — гипоталамус и миндалину. Гипоталамус ориентирует поведение в пользу наиболее актуальной доминирующей потребности, а миндалину обеспечивает учет других, одновременно существующих мотивов, которые недопустимо полностью игнорировать.

Оценку возможности (вероятности) удовлетворения потребностей в данный момент и в данной обстановке производит другая система, где главную роль играют передние (лобные) отделы коры и гиппокамп. Для коры важны сигналы высоковероятных событий, а то время как гиппокамп поддерживает реакции и на те сигналы, вероятность подкрепления которых жизненно важными воздействиями невелика.

Посмотрим теперь, что произойдет, если нормальное функционирование этих четырех мозговых структур будет нарушено болезнью вследствие хронического истощения нервной системы, психической травмы, длительного перенапряжения высшей нервной деятельности каким-либо трудноразрешимым конфликтом.

Усиленная активность гиппокампа обернется, по-видимому, состоянием хронической тревоги, когда любое изменение внешней среды будет восприниматься как сигнал какой-то неясной грозящей субъекту опасности. Нарушение функций миндалины затруднит выделение доминирующей потребности. В результате человек оказывается не в силах сделать выбор между конкурирующими мотивами. Крайняя нерешительность, бесконечные колебания, стремление логически оправдать свою пассивность — таковы вероятные симптомы этого дефекта. Болезненное преобладание гипоталамуса, напротив, придает актуальной для данной личности потребности неоправданную императивность, эгоистическое навязывание окружающим своих ни с чем не считающихся интересов. В механизме навязчивых действий и мыслей важную роль, вероятно, играет нарушенное функционирование передних отделов новой коры.

Возникает вопрос: не определяют ли эти варианты патологически измененного взаимодействия четырех «стратегических» структур те основные разновидности неврозов, которые давно были выделены клинической практикой? Мы имеем в виду истерию, психастению, невротизацию и невроз навязчивых состояний. Более того, не лежат ли нормальные индивидуальные особенности функционирования тех же самых структур в основе типов нервной си-



Повышенная (черный цвет) или ослабленная (штриховка) деятельность четырех отделов мозга вызывает характерные изменения в поведении, сказывается на индивидуальных особенностях темперамента и может привести к болезненным нарушениям психики.

стемы, описанных еще Гиппократом и подтвержденных экспериментами Павлова? Разве меланхолик (слабый тип, по терминологии Павлова) не склонен к нерешительности, тревоге, боязливости при обостренной чувствительности к малозначным сигналам? Разве холерик (сильный, безудержный тип) не одержим стремлением к удовлетворению доминирующей потребности, мало считающейся с одновременно существующими мотивациями? А флегматик (сильный, уравновешенный, инертный тип), чью активность могут пробудить только сигналы очень важных и высоковероятных событий? А сангвиник, с его склонностью к положительным эмоциям, высокой любознательностью и пренебрежением к неудачам?

Разумеется, эти вопросы пока не имеют экспериментально обоснованных ответов. Мы перечислили их в самом конце статьи, чтобы лишний раз подчеркнуть, как мало еще проникла научная мысль в область неосознаваемого психического. Но эта мысль неутомима и бесстрашна. Подобно тому как наши коллеги опускаются все дальше в глубины океана и штурмуют космическую высоту, исследователи мозга ведут поиск в труднодоступных сферах под- и сверхсознания, осуществляя тем самым завет древних мыслителей: «Познай самого себя».

## ЛИТЕРАТУРА

Бессознательное: природа, функции, методы исследования (труды международного симпозиума), тома 1, 2 и 3. Тбилиси, 1978.

Костандов Э. А. «Восприятие и эмоции». М., «Медицина», 1977.



На снимке, сделанном в теплицах Высшей сельскохозяйственной школы, хорошо видны размеры стручка псофокарпуса.

# О П Е Р А Ц И Я «ТРЕСКУЧИЙ Б О Б»

М. НОВОТНЫ

**Н**аучное название этого растения — *Psophocarpus tetragonolobus* — можно перевести как «гремучий плод с четырехдольчатым проростком». Этот вид происходит из юго-восточной Азии. Это — многолетнее вьющееся растение семейства бобовых; в тропических условиях оно достигает высоты трех-четырех метров. Листья у него тройчатые наподобие фасоли, цветы чаще всего синие или голубые, собранные гроздьями по 2—5 штук.

Если этот первый абзац наскучил вам своей слишком специальной термино-

логией и вам не хочется читать дальше, потерпите еще немного и прочтите еще несколько строк, содержащих сенсационную информацию.

Трескучий боб — растение, могущее спасти мир от голода. Это замечательное растение — открытие чехословацких ученых. На полях Вьетнама происходит сейчас мирное сражение под шифром «Операция «Трескучий боб».

То, о чем идет здесь речь, началось в Гане в начале 60-х годов, когда доктор медицины К. Черны, сотрудник кафедры тропических и субтропических болезней Пражского университета, изучал возможность лечения пострадавших от голода детей и однажды навесил инженера Ф. Поспишила, который

тоже работал там, а в свободное время разводил различные растения.

Между ними произошел примерно такой разговор.

— Что у тебя тут? — спросил доктор Черны.

— Да вот, — ответил инженер Поспишил, — я даже не знаю, к чему оно годится. Называется оно псофокарпус, и на Новой Гвинее его, кажется, едят. Как оно попало в Гану, неизвестно...

Как бы ни происходил разговор, главное здесь то, что Черны тотчас же взял на анализ образцы различных частей растения; а так как полученные результаты были, мягко выражаясь, интересными, он послал образцы в Прагу, откуда ему ответили, что трескучий боб по своему составу действительно чрезвычайно пригоден в пищу. Практика подтвердила это. Недоедающие ганские дети, получая пищу, обогащенную псофокарпусом, успешно развивались и выздоравливали. Черны доложил свои результаты на международном съезде, а сейчас признан во всем мире специалистом по трескучим бобам.

Конечно, псофокарпус был известен в некоторых тропических странах и до открытия пражского доктора. В разных странах его называют «спаржевым горохом», «спаржевыми бобами», «бобами из Гоа». Примерно одновременно с К. Черны и некоторые другие ученые обратили внимание на это чудесное растение.

Почему мы называем его чудесным? Сравним псофокарпус с соей, которая за последние 60 лет превратилась в важный источник растительного белка. Белков в сое 36 процентов, в псофокарпусе — 32. Жиров в сое 18 процентов, в псофокарпусе — 16, углеводов — соответственно 20 и 32.

## ● СЗВ В ДЕЙСТВИИ

Кандидаты на  
одомашнивание



мышек, у которых день длился 12 часов, с восьми утра до восьми часов вечера, а потом наступала ночь. Об интенсивности клеточного деления судили по величине так называемого митотического индекса, по величине, равной отношению клеток, вступивших в фазу деления, к количеству клеток, обнаруженных на препарате.

Предыдущие исследования показали, что максимум делящихся клеток приходится на предрассветные часы, когда ночь сменяется световым периодом. Интересно, что эту закономерность наблюдали на животных из контрольной группы и на тех мышках, у которых день был непрерывным. Правда, у экспериментальных животных, которые длительное время жили без ночи, суточный ритм деления клеток несколько сгладился, уменьшилась его амплитуда. Иными словами, у этих животных несколько меньшими стали максимумы и несколько большими стали минимумы числа делящихся клеток. При этом среднее значение митотического индекса у животных обеих групп оказалось одинаковым.

То, что цикл клеточного деления не изменился даже после длительного пребывания животных в искусственных условиях

непрерывной освещенности, говорит об устойчивости этого биоритма. Очевидно, все-таки смена освещенности не является регулятором ритма деления клеток в организме. Можно предположить, что в организме существуют внутренние датчики времени, заведующие ритмом митотической активности. Можно было бы к числу таких датчиков отнести эндокринный аппарат, однако пока экспериментальные данные не дают уверенности, что именно эндокринные железы выполняют роль биологических часов, регулирующих деление клеток. Неясным остался и такой важный вопрос: как зависит от внешней фотопериодичности продолжительность самого процесса деления? В проведенном опыте не наблюдалось разницы между скоростью, с которой протекает деление в клетках животных, содержащихся в условиях бесконечного дня, и животных из контрольной группы.

**В. РЫБАКОВ.** Влияние непрерывного освещения животных на суточный ритм пролиферативной активности их органов. «Журнал общей биологии», том XI, № 5, 1979.

## КАКОВ БУДЕТ КАРАВАЙ

На результаты сельскохозяйственной деятельности человека все еще очень сильно влияют условия внешней среды, изменяемые гидрометеорологическими. Изменять их по своему усмотрению мы пока не в состоянии, но научились прогнозировать со все большей степенью оправданности. Очевидно, нет надобности подробно объяснять, почему важно знать количественные закономерности развития сельскохозяйственных культур в различных агроклиматических зонах, — ведь на основе этих закономерностей и долгосрочных прогнозов погодных условий можно заранее определить, каким будет урожай.

Формирование урожая — это сложная совокупность целого ряда физиологических процессов, интенсивность которых определяется особенностями растений и условиями внешней среды. Среди этих процессов основную роль играет фотосинтез, который у зерновых колосовых культур совершается не только в листьях, но и в других надземных органах — стеблях, колосьях. Особенно высокую фотосинтетическую активность колосья проявляют в фазе молочной спелости, не уступая в этом отношении листьям двух первых ярусов. Фотосинтез каждого органа тем интенсивнее, чем больше поверхность, ассимилирующая углекислоту, и чем длиннее световой день. Прирост биомассы того или иного растения за сутки определяется разностью между поступлением в

орган свежих продуктов фотосинтеза и расходом их на дыхание, а также балансом перераспределения «старых» ассимилятов.

Засуха нарушает основные процессы жизнедеятельности растений, при этом подземные части растения увеличиваются — это специфическая приспособительная реакция, направленная на поддержание возможно более высокого содержания воды в фотосинтетических центрах. Если засуха затягивается, фотосинтез может вообще прекратиться.

Авторы статьи предложили динамическую имитационную модель формирования урожая озимой пшеницы. Модель анализирует основные процессы жизнедеятельности злака и влияние на интенсивность этих процессов условий внешней среды: фотосинтетической активности, радиации, длины светового дня, среднесуточной температуры воздуха, облачности в весенне-летние месяцы, запаса продуктивной почвенной влаги. Модель может быть применена для разработки метода количественных оценок ожидаемых урожаев зерна с учетом долгосрочных прогнозов гидрометеорологических условий.

**М. КУЛИК, А. ПОЛЕВОЙ, И. ВОЛЬВАЧ.** Моделирование процесса формирования урожая озимой пшеницы. «Метеорология и гидрология» № 9, 1979.

# П О З Н А Н И Е

Проблема неосознаваемых проявлений высшей нервной (психической) деятельности издавна волновала умы ученых: философов, естествоиспытателей, врачей. Люди давно заметили, что человек принимает подчас важные для него решения и совершает сложные поступки, не будучи в состоянии объяснить ни другим, ни самому себе, почему он поступил именно таким образом. Интерес к проблеме неосознаваемого психического и оценка его роли в поведении человека изменялись на протяжении последних столетий минимум трижды. XVIII — начало XIX века прошли под знаком веры в могущество разума, прославленного мыслителями Просвещения. Однако явная неразумность некоторых человеческих действий, отмеченная еще Сократом («человек знает, что хорошо, а делает то, что плохо»), привела к известному разочарованию во всеилии сознания. Темное, подспудное, не поддающееся рациональному объяснению все чаще стали провозглашать движущей силой поведения и творчества. В конце прошлого — начале нашего столетия экспансия иррационализма распространилась на философию и психологию, медицину и художественную литературу. Если говорить о современном состоянии изучения осознаваемых и неосознаваемых проявлений человеческой психики, то его наиболее характерной и прогрессивной чертой является нарастающая тенденция синтетического, системного подхода к этой проблеме с целью определить значение, роль и место сознания и бессознательного в целостной организации психической деятельности человека.

Рождение этого нового подхода было определено двумя решающими обстоятельствами: философией диалектического материализма и возникновением науки о высшей нервной деятельности, позволившей подойти к изучению психики с позиций материалистического естествознания. Можно со всей определенностью утверждать, что создатели этой науки отнюдь не прошли мимо неосознаваемых проявлений деятельности мозга. «Темные ощущения» И. М. Сеченова, идея И. П. Павлова о возможности замыкания временных нервных связей (ассоциаций) вне «светового пятна сознания», «подсознательные доминанты» А. А. Ухтомского служат убедительным тому подтверждением. Большой вклад в анализ значения неосознаваемых компонентов психики для художественного творчества внес режиссер К. С. Станиславский, призывавший актера «сознательно возбуждать в себе бессознательную творческую природу для сверхсознательного органического творчества». (Подробнее см. «Наука и жизнь» № 12, 1975.)

Последние десятилетия продемонстрировали эффективность строго научного экспериментального подхода к исследованию неосознаваемого психического. Г. В. Гершуни был первым, кто применил павловский метод условных рефлексов в этой области психофизиологии. Проводя диагностическое обследование раненых с поражением слуха и кожной чувствительности, а в послевоенные годы — в специальных лабораторных экспериментах со здоровыми лицами, Г. В. Гершуни открыл особый класс «субсенсорных условных рефлексов». Оказалось, что после нескольких сочетаний неслышимого (но близкого к порогу ощущения) звука с легким болевым раздражением кожи звук начинает вызывать колебание электрических потенциалов кожи, хотя он по-прежнему остается неслышимым, подпороговым, то есть неосознанным стимулом. Систематические исследования электрических потенциалов мозга в процессе выработки неосознаваемых условных рефлексов, а также при восприятии «подпороговых» [кратковременно демонстрируемых на экране] эмоционально значимых и безразличных для наблюдателя слов проводит Э. А. Костандов со своими сотрудниками.

Интересная гипотеза механизма замыкания неосознаваемых условных рефлексов принадлежит А. И. Ройтбаку. «Наука и жизнь» № 7, 1977.] Он предположил, что в определенных условиях могут становиться эффективными места передачи возбуждения (так называемые синапсы) и тех нервных клеток, которые не возбуждались при действии внешних стимулов. В результате возникает нервная связь между следами ранее полученных впечатлений, которая, говоря словами И. П. Павлова, кажется человеку «взявшейся неизвестно откуда».

Принципиально новый этап в изучении неосознаваемого психического связан с открытием функций неречевых правого (у правшей) полушария головного мозга человека. («Наука и жизнь» № 1, 1975.) Большой с выключенным в результате болезни или хирургической операции левым полушарием может безошибочно выбрать тот или иной предмет по предложенному ему образцу, хотя он не в состоянии ответить, что это за предмет и почему он его выбрал. В нашей стране исследование функциональной асимметрии мозга успешно проводят В. М. Мосидзе, Э. А. Костандов, Б. Л. Деглин, Н. И. Брагина, Т. А. Доброхотова и другие ученые.



# НЕОСОЗНАВАЕМОГО

Для проникновения в психологический смысл и физиологические механизмы неосознаваемых явлений большую ценность представляет естественный сон и возникающие при этом сновидения. Современную психофизиологию сна обогатили оригинальные работы Т. Н. Ониани, Л. П. Латаша, В. С. Ротенберга, А. М. Вейна. Сопоставление характерной электрической активности мозга спящего человека во время определенных стадий сна с записью колебания электрических потенциалов мозга животных при активном поиске средств удовлетворения жизненных потребностей привело В. С. Ротенберга к предположению о том, что сновидения представляют своеобразный «внутри мозговой» поиск способов разрешения эмоциональных конфликтов, возникших у данного человека в период бодрствования.

Непосредственное отношение к проблеме неосознаваемого психического имеют исследования закономерностей и механизмов вероятностного прогнозирования (И. М. Фейгенберг, О. К. Тихомиров и др.). Дело в том, что при совершении того или иного действия мы всегда прогнозируем не только цель этого действия, но и вероятность [возможность] достижения цели в данных условиях. В подавляющем большинстве случаев мы, разумеется, не ведем математических расчетов такой вероятности. Оценку вероятности мозг «выдает» нам, как правило, в виде эмоционального ощущения успеха (если вероятность высока) или тревоги, уныния, страха, если вероятность оказывается низкой. В процессе решения творческой задачи неосознаваемая оценка вероятности успеха переживается субъектом как интуитивное предчувствие правильного хода («жарко») или ошибочно выбранного направления («холодно»).

Значение неосознаваемых проявлений психики было в полной мере оценено «теорией установок», которую предложил глава грузинской школы психологов Д. Н. Узнадзе. В настоящее время эту теорию творчески развивают А. С. Праггишвили, А. Е. Шерозия, Ф. В. Бассин и другие советские психологи. Вот почему первый в нашей стране Международный симпозиум, посвященный природе, функциям и методам исследования неосознаваемого психического, состоявшийся 1—5 октября 1979 года в Тбилиси, был организован Академией наук Грузинской ССР и Тбилисским государственным университетом.

Публикуемая ниже статья П. В. Симонова посвящена одному из направлений изучения неосознаваемого психического. Это направление непосредственно связано с «информационной теорией эмоций», сформулированной автором в 1964 году («Наука и жизнь» №№ 3—5, 1965).

Доктор медицинских наук П. СИМОНОВ.

## ПОД- И СВЕРХСОЗНАНИЕ

В настоящее время объединять все многообразные проявления неосознаваемой деятельности мозга одним термином «бессознательное психическое» явно непродуктивно. Сферу неосознаваемого следует разделить по крайней мере на две большие группы явлений, за одной из которых можно сохранить традиционное название «подсознательное», а вторую за неимением лучшего термина целесообразно обозначить как «сверхсознание» (по К. С. Станиславскому) или «надсознание», если воспользоваться выражением психолога М. Г. Ярошевского. Существуют минимум четыре признака, четыре критерия, позволяющие классифицировать и разли-

чать явления, относящиеся к под- и сверхсознанию. Рассмотрим каждый из этих признаков.

То, что хранится в памяти, и то, чего не достаёт. Подсознание оперирует тем, что уже имеется в мозге в готовом виде, но до поры до времени недоступно сознанию, то есть еще не стало знанием, которое может быть передано другим. Опытный врач иногда способен поставить правильный диагноз, только взглянув на больного. При этом он не в состоянии объяснить, какие именно признаки болезни — цвет лица, походка больного, окраска белков его глаз, характерная мимика или манера речи — сыграли решающую роль в интуитивном заключении о болезни. Все эти признаки заболевания уже хранились в памяти врача, накопленные в процессе

многих лет его общения с больными. Точно так же мозг пианиста или рабочего высокой квалификации хранит автоматизированные навыки движений, и сознанию нет нужды контролировать каждый этап осуществляемых действий. Все это относится к сфере подсознания.

Иное дело — творчество. Хотя память Д. И. Менделеева была наполнена знанием свойств множества химических элементов, там не было ни периодического закона, ни менделеевской таблицы. Нужна была «подсказка», не имеющая прямого отношения к химии (в данном случае роль подсказки сыграло раскладывание пасьянса), чтобы недостающее звено, разрыв в логической цепи оказались заполненными и возникла гипотеза о повторяемости свойств элементов, расположенных в порядке нарастания их атомного веса. Здесь мы встречаемся с деятельностью сверхсознания.

Подсознательное нередко либо было осознаваемым (вторично неосознаваемые двигательные навыки, которые ранее контролировались сознанием), либо может стать осознаваемым. Так, врач психотерапевт может помочь больному осознать истинную причину его безотчетной, смутной тревоги, подробно проанализировав все обстоятельства жизни своего пациента. Деятельность сверхсознания контролю сознания не подлежит. Сознание, аккумулировавшее опыт, накопленный человечеством, слишком консервативно, чтобы его допустить к процессу рождения новых гипотез, новых догадок и предположений: «гадкий утенок», противоречащий здравому смыслу и существующим представлениям, будет заранее умерщвлен, не выплывший из яйца.

Означает ли сказанное какое-то принижение сознания, умаление его роли в творческой деятельности человеческого мозга? Ни в коем случае! Во-первых, сознание производит отбор порожденных сверхсознанием гипотез, проверяет их истинность или ложность путем сопоставления с действительностью и с тем, что уже достигнуто человеческим разумом. Но сознание — отнюдь не пассивный контролер, выбраковывающий псевдооткрытия. Именно сознание активно ставит вопрос перед познающим действительностью умом, в значительной мере предопределяя направленность «психических мутаций», призванных заполнить разрыв в логической цепи.

Читатель, наверное, уже заметил, что мы проводим аналогию между «творчеством природы» — возникновением новых форм живых существ и индивидуальным творчеством человека. Известно, что процесс биологической эволюции включает в себя изменчивость генетических мутаций и последующий естественный отбор их жизнеспособных вариантов. В творческой деятельности мозга роль мутаций играют гипотезы, догадки, озарения, роль мутагенов (факторов, способствующих мутациям) — те самые «подсказки», о которых мы упомянули выше, а функцию отбора осуществляет сознание, вооруженное прак-

тикой и ранее накопленными достижениями науки. Идею о сходстве «творчества природы» с творческой деятельностью человека в разное время высказывали К. А. Тимирязев, К. Поппер, Р. Докинс и другие исследователи.

**Сохранение и развитие.** Тенденции сохранения и развития образуют диалектически противоречивое единство процесса самодвижения живой природы. В индивидуальном поведении эти тенденции обеспечиваются соответствующими потребностями, одни из которых направлены на сохранение субъекта, группы, сообщества, принятых в этом сообществе норм и т. п., а другие — на развитие, совершенствование, усложнение, освоение нового и непознанного. Подсознание тесно связано с потребностями первого типа, сверхсознание способствует резвитию в самом широком смысле этого слова.

Проиллюстрируем деятельность подсознания примером, заимствованным у И. Кона. Я завидую другому человеку, но знаю, что зависть есть чувство, противоречащее этическим нормам, в соответствии с которыми я воспитан. И тогда я подсознательно начинаю искать в этом человеке действительные и мнимые недостатки, которые оправдали бы мое неприязненное к нему отношение и примирили чувство неприязни с сохранением этических норм.

Иное дело — деятельность сверхсознания. Когда Иван Карамазов спросил у Алеши:

— Как следует поступить с генералом, затравившим ребенка собаками?

«Расстрелять!» — тихо проговорил Алеша, с бледною, перекосившеюся какой-то улыбкой подняв взор на брата.

— Браво! — завопил Иван в каком-то восторге, — уж коли ты сказал, значит... Ай да схимник! Так вот какой у тебя бесенок в сердечке сидит, Алешка Карамазов!

— Я сказал нелепость, но...

— То-то и есть, что но... — кричал Иван. — Знай, послушник, что нелепости слишком нужны на земле. На нелепостях мир стоит, и без них, может быть, в нем совсем ничего бы и не произошло» (Ф. М. Достоевский).

Это неожиданное для самого Алеши «расстрелять», эта «нелепость», на которой тем не менее «мир стоит», опрокинули нормы христианского всепрощения, столь глубоко усвоенные Алешей, во имя более важных, хотя и не осознаваемых им норм и ценностей, отказ от которых несовместим с развитием человеческой цивилизации. Должны ли быть осуждены нацистские судьи, не составившие, а лишь исполнявшие законы третьего рейха? — спрашивал Стэнли Креймер в фильме «Нюрнбергский процесс». Казалось бы, доводы адвоката логически безупречны: судьи невиновны, и их осуждение — лишь произвол победителей, для которого совсем не обязательна процедура суда. Принять решение здесь можно, только сломав сами нормы, положенные адвокатом в основание защиты, и наше сознание принимает и



## Универсальный погрузчик UNK-320.

Универсальная машина для земляных работ UZS.

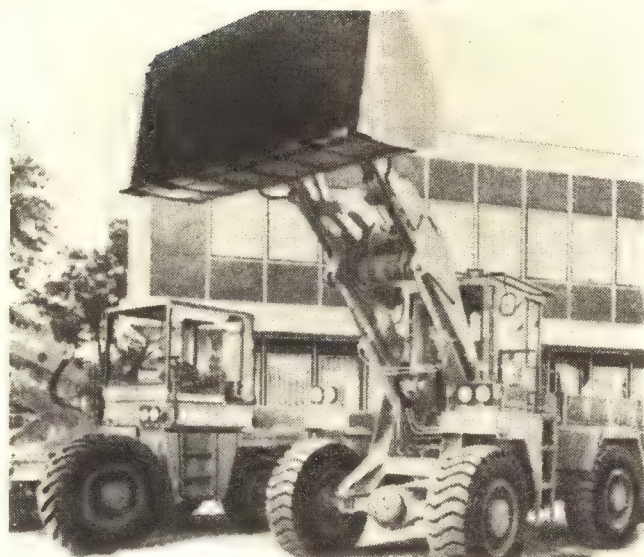
сельском, лесном и коммунальном хозяйстве.

Два доклада на симпозиуме были посвящены маленькому, юркому универсальному погрузчику UNC-060, о котором «Наука и жизнь» уже рассказывала (№ 10, 1981 г.). Эта машина вызывает большой интерес на всех международных выставках, а на ярмарке в Брно была отмечена Золотой медалью. UNC-060 может работать как погрузчик, экскаватор, бурильная машина, канавокопатель, уборщик коровников, подметальная машина... Он заменяет человека там, где механизация до сих пор была невозможной из-за слишком малого объема работ — если нужно, предположим, заменить не сто землекопов, а одного.

Более «солиден» универсальный погрузчик UNK-320 на шарнирно-сочлененном автомобильном шасси (на снимке он на переднем плане). Он также отмечен на Международной машиностроительной ярмарке в Брно Золотой медалью. Эта машина нового поколения не уступает лучшим мировым образцам. Дизель мощностью 100 киловатт, разнообразные сменные рабочие органы позволяют погрузчику быть действительно универсальным. Он имеет ковши для тяжелых и легких веществ, например, для камня и снега, глины и торфа, решетчатый ковш для легких объемных грузов, комбинированный ковш, который применяется, например, для выемки грунта, засыпки канав, уборки камней и даже корчевания пней. Есть и вилки для погрузки лесоматериалов.

Экскаваторы и погрузчики — лишь одна из специальностей чехословацкого машиностроения в рамках СЭВ. Участники симпозиума ознакомились также с бетономешалками и оборудованием для транспорта бетонных смесей, самоходными катками.

Ю. ФРОЛОВ.



## ● СЭВ В ДЕЙСТВИИ

## НОВИНКИ «СТРОЙЭКСПОРТА»

В июле этого года в Москве состоялся организованный Торговым представительством ЧССР симпозиум по новым строительным машинам, уже экспортируемым или намечаемым к экспорту чехословацким внешнеторговым объединением «Стройэкспорт». Эта организация, созданная около тридцати лет назад, отправляет чехословацкую строительную технику в более чем 70 стран мира, 80% экспорта идет в страны СЭВ.

Сотрудники импортных организаций, министерств и ведомств, работающих с чехословацкими машинами, специалисты и инженеры ознакомились с новой продукцией, предлагаемой «Стройэкспортом». Некоторые из новых машин показаны на наших снимках.

Универсальная машина для земляных работ UZS представляет собой колесный экскаватор-погрузчик.

Спереди машина имеет погрузочный ковш емкостью 0,9 кубометра, а сзади — экскаваторную стрелу с ковшом 0,34 кубометра. Дизель машины развивает мощность 46 киловатт. Шарнирно-сочлененная рама, два ведущих моста, гидравлический привод позволяют экскаватору-погрузчику работать в условиях бездорожья. Кроме стандартных рабочих органов, разрабатываются (а частично уже имеются) сменные, навесные, которые предназначены для самых разных работ в строительстве,



# ИДЕИ ЦИОЛКОВСКОГО В КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ

Идеи великого нашего соотечественника К. Э. Циолковского продолжают служить науке. «Отец космонавтики» опередил не только свое, но и наше время, а реальное воплощение получил пока только начальный этап «завоевания околосолнечного пространства», которое предвидел и проектировал Циолковский. Ежегодно в сентябре в Калуге проводятся традиционные «чтения Циолковского» — научные конференции, посвященные реализации идей великого ученого в современной космонавтике и дальнейшему ее развитию. Нынешние «чтения» проходили под знаком 125-летия со дня рождения Константина Эдуардовича, этой же дате было посвящено торжественное заседание Академии наук СССР.

Разрабатывая проекты космических полетов, Циолковский думал не только о технике, но и о том, как обеспечить в космосе нормальную жизнедеятельность человека. Этому посвящена предлагаемая ниже статья.

Академик О. ГАЗЕНКО и доктор медицинских наук В. МАЛКИН.

Живая природа, человек всегда были предметом исследований Константина Эдуардовича Циолковского. И это не случайно. «Основной мотив моей жизни, — писал Циолковский, — сделать что-нибудь полезное для людей, не прожить даром жизни, продвинуть человечество хотя бы немного вперед. Вот почему я интересовался тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы, но я надеюсь, что мои работы, может быть скоро, а может быть и в отдаленном будущем — дадут обществу горы хлеба и бездну могущества».

Сказанное относится к исследованиям Циолковского, посвященным космонавтике, об этом можно судить по замечательному высказыванию великого ученого: «Мы рассмотрели космос с механической точки зрения. Он бы не имел никакого смысла, если бы не дал биологической жизни».

Известно, что Циолковский не получил не только университетского, но даже гимназического образования. Подлинно энциклопедические знания он приобрел самостоятельно, изучая фундаментальные труды классиков естествознания. Биологическое образование Циолковского связано с глубоким и, главное, творческим изучением книг Ламарка, Дарвина, Тимирязева и других выдающихся биологов. Поэтому все суждения Циолковского, касающиеся биологии, основаны на материалистических представлениях о живой природе. Этому же способствовали и глубокое знание Циолковским физики и химии, любовь его к математике. Подводя итог исследованиям по биологии, Циолковский писал в 1929 году: «К биологии я стремлюсь также при-

менять механику и обнять таким путем весь живой мир общими и частными законами». Это стремление было характерно для всех этапов творческого пути Циолковского, с самого начала.

Одну из первых своих научных работ Циолковский написал в 1882—1883 годах — «Кое-что из теоретической механики живых организмов». К сожалению, она не была опубликована. Известно только, что Циолковский послал ее И. М. Сеченову, от которого получил весьма благоприятный отзыв. Великий физиолог писал: «Труд Циолковского несомненно доказывает его талантливость. Автор солидарен с французскими биологами-механистами. Жаль, что он не закончен и не готов к печати...» Лишь через 38 лет по мотивам этой работы Циолковский опубликовал статью «Механика в биологии. Подобие организмов и уклонение от него».

Многие годы лежала в архивах написанная в 1883 году работа «Свободное пространство». Это, по существу, первое обстоятельное исследование Циолковским различных аспектов космонавтики, в том числе и биологических. В ней впервые строго научно рассмотрены такие проблемы, как влияние невесомости на организм растений и животных, высказаны соображения о том, как защищать человека от весьма опасного влияния разреженного космического пространства, в общих чертах выдвинута идея кругооборота химических веществ путем использования в космических кораблях оранжерей с растениями.

Работа написана в форме дневника, при чтении которого видно, что молодой уче-



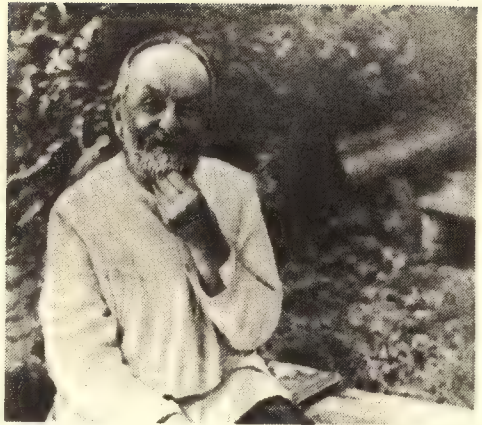
ный упорно, на протяжении длительного времени размышлял о межпланетных путешествиях. И он ясно представлял себе, что, помимо решения технических проблем создания космических летательных аппаратов, при подготовке к полету необходимо будет ответить и на многочисленные вопросы, связанные с влиянием самого полета на живые организмы. Мысль о том, что, готовясь к будущим межпланетным полетам, необходимо проводить биологические эксперименты, возникла у Циолковского еще в 1876—1878 годах. Именно в это время он стал размышлять о влиянии на живые организмы перегрузок, которые возникают при взлете и посадке ракеты. В автобиографических заметках он писал: «Я стал делать опыты с цыплятами, на центробежной машине я усиливал их вес в 5 раз, ни малейшего вреда они не получили, такие же опыты еще раньше я проводил в Вятке с насекомыми».

Эти эксперименты и их анализ, по-видимому, побудили Циолковского начать теоретические исследования по биомеханике. В них Циолковский, впервые используя теорию подобия, указал на закономерность, определяющую прочность живых тканей в зависимости от их размеров и массы. Он, в частности, определил безопасную высоту падения для человека (удвоенный рост) и для мелких животных и насекомых, которые остаются невредимы даже после падения с очень большой высоты.

Здесь проявилась характерная черта Циолковского-исследователя: размышляя над конкретными, частными вопросами биологии, он в конечном итоге связывает их с фундаментальными проблемами.

К большинству наиболее существенных проблем космической биологии ученый обращается на протяжении многих лет. Остановимся на идеях Циолковского и их развитии в таких фундаментальных проблемах биоастронавтики, как влияние перегрузок на живые организмы, способы защиты от неблагоприятного влияния невесомости, защита от «вакуума» космического пространства в условиях кабины корабля и при выходе в открытый космос, создание необходимых для жизни условий в полете, включая обеспечение космонавтов кислородом и пищей и некоторых других вопросах.

Чтобы совершить полет в мировое пространство, необходимо, как образно говорил Циолковский, преодолеть «панцирь тяготения Земли». Для этого космический корабль должен развить вторую космическую скорость — 11,2 км/сек. Для полетов вокруг Земли на искусственных спутниках космический корабль должен приобрести первую космическую скорость — 8 км/сек. Циолковский пришел к заключению, что сама по себе скорость, как бы велика она ни была, при равномерном движении не должна оказывать какого-либо неблагоприятного влияния на организм, тем более



что сам человек не способен оценивать скорость движения ракеты, на которой он совершает полет. По этому поводу он писал: «Мы тысячи лет неслись по пространству в бесколесном экипаже со скоростью 27 верст в секунду, а может быть и больше, без толчков и шума, но до Галилея и Коперника не замечали этого движения потому, что у нас не болела спина».

А вот начальный и конечный этапы космического полета — когда корабль набирает скорость, а потом период его торможения при посадке — заслуживают, по мнению Циолковского, большого внимания врачей и физиологов. Именно в это время, когда меняется скорость полета, находящиеся на космическом корабле люди неизбежно подвергнутся действию перегрузок. Не будут ли они безвредно влиять на человека, не окажутся ли потому препятствием на пути людей в мировое пространство?

Обдумывая эту проблему, Циолковский понял, что одна из задач космической биологии — определение безопасного для человека предела перегрузок и времени их воздействия. Соответствие динамических характеристик полета с физиологическими возможностями человека — эту проблему впервые выдвинул К. Э. Циолковский. И он рассматривал летательные аппараты не только с технической стороны, но и с точки зрения тех условий, в которых окажется человек. Так, он показал бесперспективность некоторых систем (типа пушки), создающих крайне большие перегрузки, и в то же время впервые обосновал, что ракета является тем летательным аппаратом, динамические характеристики которого могут быть приведены в соответствие с биологическими, физиологическими возможностями живых организмов.

Циолковский считал, что ответ на вопрос о том, как влияет ускорение на организм животных и человека, можно получить лишь в эксперименте. Он писал: «Только опыт может определить наибольшую относительную тяжесть, которую может безопасно для своего здоровья вынести человек при тех или других условиях».





Н. Э. Циолковский в рабочем кабинете.  
Фото 30-х гг.

При этом можно одновременно испытывать различные средства защиты. Циолковский считал, что такой эксперимент должен по возможности точно имитировать условия полета в ракете. Он писал: «Каждый опыт над увеличением тяжести достаточно производить от 2 до 10 минут, т. е. столько времени, сколько продолжается взрывание в ракете».

В наше время в СССР и за рубежом влияние ускорений на организм животных и человека изучается с помощью центробежных машин — центрифуг. Опыты, проведенные на этих машинах, показали, что устойчивость животных и человека к действию перегрузок зависит от направления, в котором действует перегрузка на тело, от ее величины и времени действия. Особенно неблагоприятно влияют на животных и человека перегрузки, направленные параллельно длинной оси тела (голова — ноги). Они нарушают кровообращение и прежде всего в сосудах мозга. И наоборот, наиболее высокая устойчивость человека отмечается, когда перегрузки действуют в поперечном направлении. Циолковский это предвидел и предлагал на время взлета ракеты и возвращения ее на Землю располагать космонавтов в ракете так, чтобы перегрузка была направлена перпендикулярно к длинной оси тела. Эта рекомендация была, по-видимому, следствием большой наблюдательности Циолковского. Он замечал, что в случае ухудшения состояния здоровья или при значительном утомлении

люди стремятся лечь, ибо в таком положении им легче переносить земное тяготение — «обычную перегрузку».

Можно лишь удивляться точности научных прогнозов Циолковского. Действительно, в первых полетах космических кораблей типа «Восток», «Восход», «Меркурий», «Джемини» вес космонавтов при взлете увеличивался в 8—10 раз, при этом перегрузки продолжались примерно 3 минуты. И космонавты занимали положение, при котором перегрузки действовали в поперечном направлении, как и предлагал Циолковский.

В дальнейшем космические корабли становились все более комфортабельными. Благодаря этому величина перегрузок при взлете уменьшилась более чем в два раза. Однако и сегодня не теряет актуальности изучение проблемы повышенной гравитации, так как в полетах могут возникать непредвиденные ситуации, особенно при «нштатных» режимах посадки, когда космонавты будут испытывать большие перегрузки.

Проблеме защиты живых организмов от действия перегрузок Циолковский уделял большое внимание. Еще в 1891 году он выдвинул идею «О предохранении слабых вещей и организмов от ударов и толчков и усиленной тяжести посредством погружения их в жидкость равной им плотности». Он писал: «Природа давно пользуется этим приемом, погружая зародыши животных, их мозги и другие слабые части в жидкость. Так она предохраняет их от всяких повреждений. Человек же пока мало использовал эту мысль».

Для доказательства справедливости этой идеи Циолковский провел простой, но убедительный эксперимент, который он описал в 1891 году в «Трудах Московского общества любителей естествознания». В металлическую кружку с водой погружается яйцо, в воде растворяется поваренная соль до тех пор, пока яйцо не начинает подниматься со дна к поверхности воды. Когда плотность соленой воды станет такой, что яйцо не опускается на дно и не поднимается к поверхности, можно ударить сосуд о стол с большой силой, и яйцо не разобьется.

В дальнейшем Циолковский во многих работах развивал эту идею. Так, в повести «Вне Земли» ученый писал: «Наши друзья останутся целы и невредимы, потому что помещены в лежачем положении в жидкость такой же плотности, как средняя плотность их тел».

Еще в 1930 году этот метод, получивший название иммерсионного, был проверен группой советских ученых во главе с известным исследователем в области астронавтики профессором Н. А. Рыным. Они установили, что погружение в воду существенно повышает устойчивость подопытных животных к действию перегрузок.



К. Э. Циолковский иллюстрировал свои работы собственными рисунками. Таким, например, видел он выход из корабля в открытый космос.

Так, например, лягушки и рыбы без видимых повреждений переносили кратковременные 2800-кратные перегрузки.

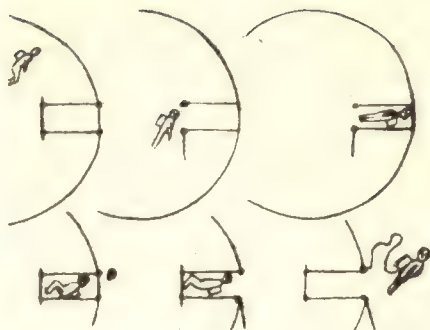
С другой стороны, повышение устойчивости тела к действию перегрузок при погружении в жидкость не может быть безграничным. Как впервые было отмечено Циолковским, противоперегрузочный эффект погружения в жидкость лимитируется тем, что различные ткани организма имеют неодинаковую плотность. Под действием перегрузок плотные части тела будут смещаться вниз, а легкие ткани — вверх. Между ними возникнут напряжения, возрастающие с увеличением перегрузок. В конечном счете прочность тканей окажется недостаточной, появятся разрывы и другие повреждения.

Важнейшей научной заслугой Циолковского являются и его исследования проблем невесомости. Он первый показал, что в соответствии с законами классической механики Ньютона в космических полетах после прекращения работы двигателей неизбежно будет возникать состояние невесомости. И в 1883 году в статье «Свободное пространство» дал ответ на главный вопрос: возможна ли жизнь в этом состоянии? Основной вывод, к которому пришел Циолковский, хорошо известен: жизнь в условиях невесомости будет продолжаться!

Здесь следует подчеркнуть, что это чрезвычайно важное заключение Циолковского явилось не плодом его интуитивной догадки, не следствием его воображения, а результатом глубокого, естественнонаучного анализа. Инструментом этого анализа были ясные логические послышки и строго научный подход, в котором были использованы основные законы физики, отнесенные к процессам, идущим в живом организме.

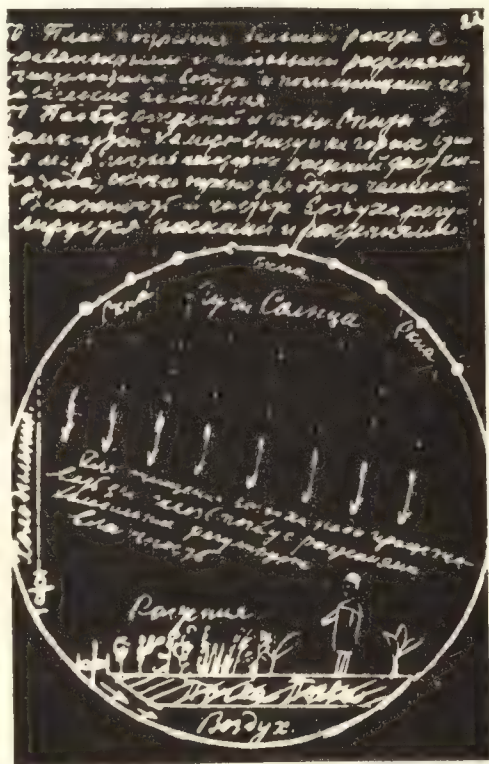
Рассмотрение этой проблемы привело Циолковского к необходимости сформулировать представление об основных свойствах жизни, об основных условиях, необходимых для ее поддержания. Размышляя об этом, Циолковский пришел к заключению, что в основе жизни лежат процессы обмена вещества, которые осуществляются благодаря непрерывному поступлению в организм необходимых для жизни химических соединений из внешней среды — кислорода и несущих энергию белков, жиров и углеводов. Ученый полагал, что если транспортировка этих веществ к клеткам организма не будет существенно нарушена в условиях невесомости, то жизнь сохранится. В поисках ответа на этот вопрос Циолковский определил, что поступление в клетки необходимых веществ обеспечивают два основных физических процесса — диффузия и «волоосность» (то есть движение жидкости по капиллярам), и подчеркнул, что в невесомости оба процесса будут осуществляться.

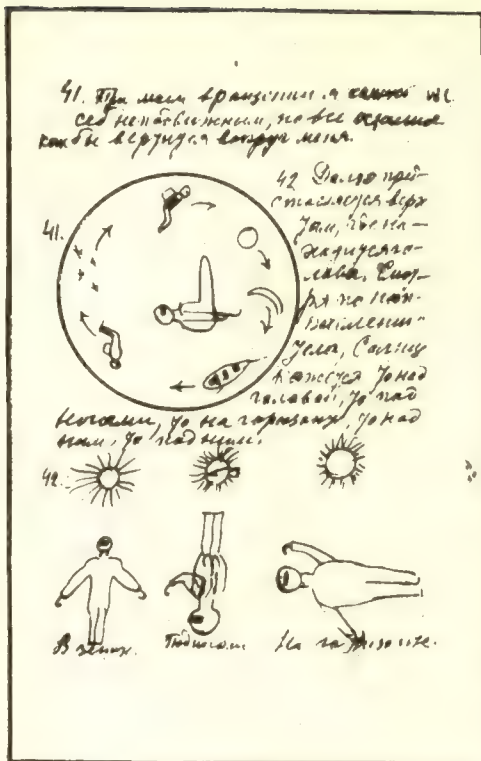
План космической оранжереи.



Этот удивительный по своей простоте анализ и замечательный вывод 100 лет назад были не так уж очевидны, какими кажутся в настоящее время. Ведь в те годы между биологами шли ожесточенные споры о приложимости вообще законов физики к явлениям, протекающим в живых организмах. Были очень распространены идеи витализма и сомнения в познаваемости процессов, лежащих в основе жизни. И тут Циолковский опять-таки проявил себя как исследователь, последовательно использующий передовые материалистические идеи и методы в биологии.

К сказанному добавим, что еще в канун первых полетов в космос некоторые зарубежные исследователи указывали, что





# Представления об ориентировке человека в космическом полете.

Циолковский удивительно точно прогнозировал ситуацию, а также поведение космонавтов и ощущения, которые должны возникнуть у них в условиях невесомости. Он писал: «Все не прикрепленные к ракете предметы сошли со своих мест и висят в воздухе, ни к чему не прикасаясь, а если и касаются, то не производят давления друг на друга или на опору. Сами мы также не касаемся пола и принимаем любое положение и направление: стоим и на полу, и на потолке, и на стене; стоим перпендикулярно и наклонно, плаваем в середине ракеты как рыбы, но без усилий». При этом, как полагал Циолковский, у космонавтов могут появиться иллюзорные ощущения: одному будет казаться, «что ракета неподвижна, другому — что она медленно вращается...». Свободное перемещение в трехмерном пространстве и отсутствие веса приведут к нарушению ориентировки в пространстве. Однако Циолковский считал, что все же ощущение того, где верх, а где низ, останется. Он писал: «Мы чувствуем верх и низ, только места их сменяются с переменной направленности нашего тела в пространстве. В стороне, где наша голова, мы видим верх, а где ноги — низ». Действительно, в полете у многих космонавтов периодически возникают иллюзорные ощущения и нарушается ориентировка в пространстве, однако эти явления бывают лишь в начале полета и затем постепенно исчезают.

Большое внимание Циолковский уделил вопросу передвижения человека в свободном космическом пространстве, так как реально представлял себе то беспомощное состояние, в котором может оказаться космонавт, лишенный вне корабля специальных средств для целенаправленного перемещения. Еще в работе «Свободное пространство» Циолковский писал: «А человек или животное? Помогут ли им их органы, их двигательные члены, рожденные Землей, помогут ли им их члены сдвигнуться с места, если нет кругом опоры?.. В этом случае одушевленный предмет приравнивается по своей беспомощности к неодушевленному. Никакие страстные желания, никакие дрыгания рук и ног, дрыгания, производимые, нужно сказать, крайне легко, ничто такое не в состоянии сдвинуть центр тяжести человеческого тела».

В результате Циолковский, естественно, заинтересовался созданием специальных средств для перемещения человека в состоянии невесомости. Он рассмотрел возможные случаи использования для целенаправленных движений «подвижной» и «неподвижной опоры», реактивных и некоторых других устройств. Его предвидения в настоящее время уже практически реализованы. Первый выход в открытое космическое пространство А. Леонова позволил всем воочию убедиться в эффективности использования фала для целенаправленного передвижения. Осуществлена и мысль

сколько-нибудь длительное пребывание животных и человека в невесомости может оказаться роковым в связи с необычным распределением крови в организме. Весьма показательно, что этот же вопрос возник и у Циолковского, но он его решил по-другому. Он полагал, что если человек сохраняет нормальную жизнедеятельность и в вертикальном положении тела, и в горизонтальном, и даже после погружения в воду, то, следовательно, в организме имеются механизмы адаптации, способные поддерживать нормальное кровообращение при таких переходах.

Размышляя о подходе к изучению влияния невесомости на организм животных и человека, Циолковский высказал мнение, что решение этой проблемы требует проведения экспериментов. Он считал, что изучение биологических и физиологических эффектов невесомости может быть успешным только в том случае, если в лабораторных условиях удастся воспроизвести состояние невесомости или же ее физиологические эффекты. Циолковский наметил два методических пути экспериментального изучения невесомости. Первый — создание физической модели: воспроизведение невесомости при свободном падении какого-нибудь устройства с людьми; второй — моделирование физиологических эффектов невесомости погружением человека в жидкость. Оба эти метода в дальнейшем были использованы советскими и американскими учеными при подготовке космонавтов.



«43. От вращения ракеты в ней образуется относительная тяжесть... 44. Сигнализация плоскими вращающимися зеркалами...»

использовать для перемещения маленькие реактивные двигатели: американский космонавт Э. Уайт в полете на корабле «Джемини-4» покинул кабину и некоторое время передвигался в открытом космосе с помощью реактивной силы воздушной струи специального «пистолета».

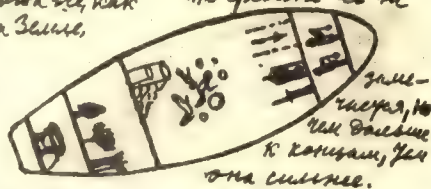
Циолковский всесторонне рассматривал медико-биологические проблемы невесомости. Он полагал, что весьма длительное пребывание в невесомости должно привести к существенным анатомо-физиологическим изменениям как растений, так и животных. «Существующая форма человеческого существа,— писал ученый,— приспособлена к среде сил параллельных и равных, и не будь тяжести на поверхности Земли при неизменяемости остальных обстоятельств жизни, форма эта совершенно изменилась бы...» Стремясь всегда к конкретным примерам, Циолковский высказал мысль, которую, казалось бы, надо отнести к научной фантастике: «Ноги, необходимые при передвижении в среде тяжести, несколько не нужны в свободном пространстве, так что, наверное, они атрофировались бы или преобразовались бы в полезный при данной среде член». Но как это на первый взгляд ни удивительно, советские и американские исследования, в которых имитировались условия невесомости и ограничения движений, и сами космические полеты показали, что при этом страдает минеральный обмен, уменьшается содержание кальция в костях, одновременно начинаются и атрофические процессы в мышечной ткани. Таким образом, Циолковский, в общем, правильно прогнозировал направленность биологических сдвигов, которые могут возникнуть при длительном пребывании человека в условиях невесомости.

Циолковский считал, что даже если длительное пребывание в невесомости не окажет крайне неблагоприятного влияния на космонавтов, оно все же будет сопряжено со многими бытовыми неудобствами. В связи с этим в 1895 году Циолковский впервые предложил создавать в полетах искусственную тяжесть посредством вращения кабины космического корабля. Здесь интересно также отметить, что Циолковский предвидел, что пребывание в невесомости будет сопровождаться адаптацией к ней. Это приведет к тому, что у космонавтов резко изменится оценка гравитационных воздействий, так что после длительного полета и возвращения на Землю космонавты будут испытывать большие неудобства в связи с воздействием на них земного тяготения. Передвижения их будут затруднены, различные предметы будут им казаться чрезмерно тяжелыми. Этот прогноз оказался вполне оправданным, что подтвердил, в частности, 18-суточный полет советских космонавтов А. Николаева и В. Севастьянова. Они отмечали, что многие вещи, которыми они привыкли пользоваться, в пер-

43 О вращении  
19 ракеты в ней

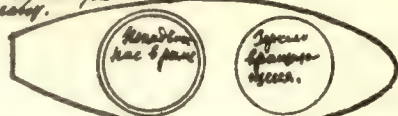
управление  
в ракете по-  
редотвраще-  
ние враще-  
ния, как  
на Земле,

обращаясь орто-  
сирасная, что  
по средине ее



44. Сигнализация, плоскими  
вращающимися  
зеркалами.

Надписи  
Зеркала, в ра-  
ме, попер-  
ечные.



После вращающегося зеркала-отра-  
жения.

вые дни после полета казались им чрез-  
мерно тяжелыми.

Циолковский был убежден в космиче-  
ской миссии человека. Выдвинув идею со-  
здания искусственного спутника Земли, за-  
селенного людьми, Циолковский отчетливо  
представлял себе, что ее осуществление,  
помимо преодоления технических трудно-  
стей, связано с созданием условий, необхо-  
димых для поддержания нормальной жиз-  
недеятельности человека. В связи с этим  
много внимания он уделял вопросам под-  
держания нормального газового состава  
«атмосферы» в кабине спутника и обеспе-  
чения космонавтов водой и пищей.

При относительно кратковременных поле-  
тах в космическое пространство космонав-  
ты, по мнению Циолковского, смогут поль-  
зоваться запасами кислорода, взятыми с  
Земли, а углекислый газ удалять из воз-  
духа кабины, используя химические поглотители его. Эта идея Циолковского — созда-  
ние герметичной кабины регенерационного  
типа — еще до войны была частично реа-  
лизована советскими авиационными врача-  
ми при подготовке рекордных высотных  
полетов на стратостатах. А затем она была  
успешно осуществлена в пилотируемых  
космических полетах.

При длительных же околоземных и  
межпланетных полетах жизнь в герметич-  
ных кабинах космических кораблей не мо-  
жет быть, очевидно, обеспечена взятыми  
с Земли запасами кислорода, пищи, воды  
и химических поглотителей углекислого га-  
за, так как их потребуются весьма большие  
количество. В этом легко убедиться, если  
учесть, что одному человеку в день необ-  
ходимо 600—700 граммов обезвоженных  
продуктов и более 2 литров воды. Следо-

вательно, для полета длительностью в один год экипажу из трех человек потребуются около 3 тонн воды и пищи.

Как же разрешить эту проблему? И Циолковский, опять-таки апервыми, предложил создать в космической ракете замкнутую систему кругооборота всех необходимых для жизни веществ, которую сейчас называют замкнутой экологической системой. По мысли Циолковского, на космическом корабле в миниатюре должны быть воспроизведены все основные процессы превращения веществ, которые совершаются на нашей планете. С этой целью он предложил на космических кораблях создавать искусственную атмосферу, занимая определенную площадь под оранжереи. Константин Эдуардович писал: «Как земная атмосфера очищается растениями при помощи Солнца, так может возобновляться и наша искусственная. Она должна будет, так же, как и земная, поддерживать кругооборот необходимых для жизни человека веществ — кислорода и воды и очищать воздух от углекислого газа». В растениях в результате фотосинтеза образуются и накапливаются нужные человеку органические соединения — углеводы, белки, жиры.

Но как создать на сравнительно небольшом космическом корабле замкнутую экологическую систему? Циолковский предложил выращивать высшие растения, на жидких питательных средах, то есть метод, который называют гидропоникой. Его успешно развивал К. А. Тимирязев. В 1926 году последователь Циолковского известный советский специалист в области космонавтики Ф. А. Цандер разработал методы использования для этой цели продуктов жизнедеятельности человека.

У нас в стране и за рубежом в течение

последних 20 лет биологи проводят экспериментальный поиск растений, которые более всего отвечали бы «должности» космических спутников человека. Реализация идеи Циолковского о создании «земной» системы кругооборота веществ в кабине космического корабля весьма сложна. Это дело еще далекого будущего, теперь же наиболее реальным представляется включение в эту систему, помимо естественных звеньев (растений, животных), также технических устройств для регенерации и очистки воды, а также минерализации отходов жизнедеятельности.

При изучении трудов Циолковского видно, что его интересы не были ограничены решением отдельных биологических вопросов, связанных только с запросами космонавтов. Размышляя над частными вопросами космической биологии, он всегда приходил к широким обобщениям и связывал их с фундаментальными проблемами. Так, например, работая над проблемой защиты космонавтов от различных гравитационных воздействий, он высказал глубокие идеи относительно роли гравитации в возникновении и эволюции жизни на нашей планете.

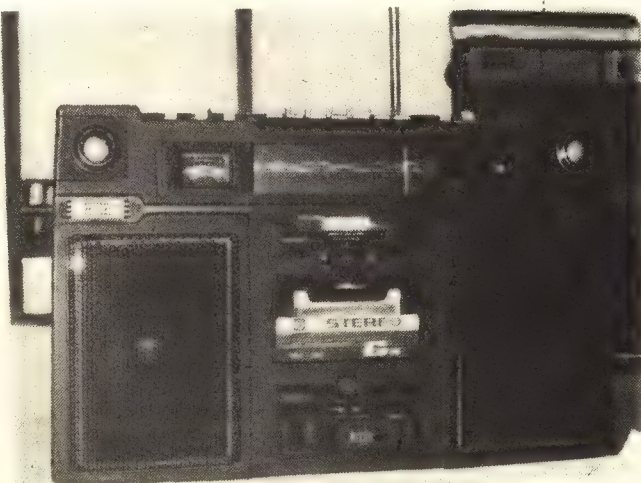
Циолковский был сторонником представлений о широком распространении жизни вне Земли. Им были высказаны оригинальные мысли в области экзобиологии, в частности, относительно организации функциональных способностей внеземных разумных существ, ему принадлежат и самобытные суждения об эволюции человека.

Эти исследования Циолковского еще недостаточно изучены и оценены. Но придет и их час, ибо К. Э. Циолковский далеко опередил не только своих современников, но и нас, уже вступивших в космический век.

## ● НОВЫЕ ТОВАРЫ

### ВЭФ — СТЕРЕО

На заводе «ВЭФ» подготовлено производство высококлассной переносной стерео-магнитолы «ВЭФ-280-стерео». По всем своим характеристикам, в том числе по внешнему оформлению, она стоит в ряду лучших мировых образцов. Выпуск новинки начнется в наступающем году.





ляемых заводом. Годовой экономический эффект от внедрения АСУ-1 миллион рублей.

Широко развито изобретательство и рационализация. За прошлую пятилетку поступило 5300 рационализаторских предложений, 138 заявок на изобретения. Внедрено в производство 90 изобретений и 3836 рационализаторских предложений с годовым экономическим эффектом 3,5 миллиона рублей.

В X пятилетке началась реконструкция и техническое перевооружение завода. Строятся производственные здания на его новой территории.

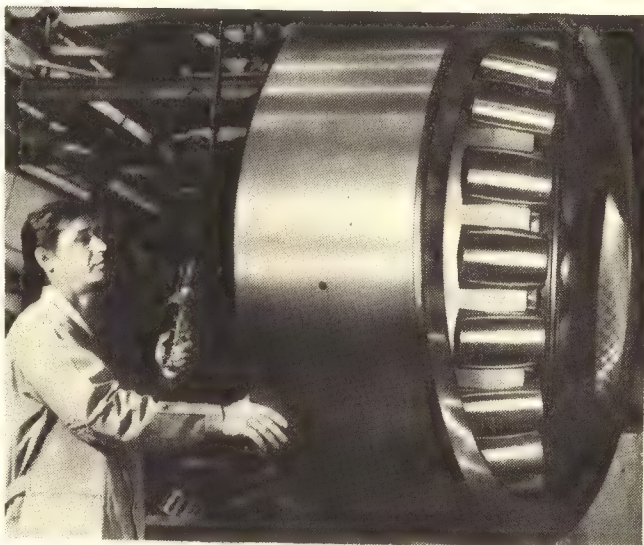
Прогрессивные конструкции подшипников, выпускаемые заводом, обеспечивают высокую точность и долговечность, надежную работу в условиях значительных радиальных и осевых нагрузок. Так, например, подшипники, разработанные для автомобилестроения, позволяют довести пробег автомобилей без капитального ремонта до 200—300 тысяч километров, железнодорожные подшипники гарантируют 600 тысяч километров пробега подшипниковых узлов до первой ревизии, повышается надежность их работы.

В марте 1982 года завод отметил свой пятидесятилетний юбилей. Теперь рядом с орденами Ленина и Октябрьской Революции на знамени завода орден Трудового Красного Знамени, которым он награжден за большой вклад в развитие отечественного машиностроения.

**Н. А. Мотова** — шлифовщица, Герой Социалистического Труда, делегат XXV съезда КПСС и XIV съезда профсоюзов.

**А. Е. Афонин** — кузнец-штамповщик, лауреат Государственной премии, кавалер ордена Ленина, инициатор ряда патристических почин.

**Сборна** крупногабаритных подшипников.



# БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Кандидат медицинских наук В. РЕУШКИН.

**В**ряд ли кто будет оспаривать положительную роль ежедневной физической зарядки. Ни у кого не вызывает сомнений, что четкий ритм труда и отдыха — основа сохранения здоровья, бодрости духа, работоспособности. Но почему такой силой обладает простой распорядок дня? Объяснения здесь можно услышать самые разные, но все они в основном отталкиваются от так называемого здравого смысла. Между тем наука в поисках ответа на многочисленные вопросы, в том числе и на этот, не может руководствоваться одним здравым смыслом. В подтверждение расскажу об одном из исследований.

Вот суть эксперимента. Всем животным вводили одинаковые однократные дозы яда, однако одним его вводили ежедневно, другим два раза в неделю, и всего лишь один раз в неделю получали яд животные третьей группы. С позиции здравого смысла кажется совершенно очевидным, что раньше всех должны погибнуть животные, получавшие ядовитое вещество ежедневно, так как общая доза яда, принятая ими за неделю, в одном случае в 3,5, а в другом — в 7 раз превышала ту, что попала животным двух других подопытных групп.

На деле результаты оказались совсем иными. Именно первая группа животных (ежедневные дозы яда) была наиболее долгоживущей. И только в том случае, когда вместе с ядом животным вводили антибиотики, действие разворачивалось по предполагаемой схеме. Сначала погибали животные, получавшие яд ежедневно, и в последнюю очередь те, кому яд давали один раз в неделю. В данном случае продолжительность жизни действительно зависела от суммарной дозы яда.

В чем суть этих, казалось бы, парадоксальных результатов?

Все внешние воздействия в большей или меньшей степени вызывают в организме изменения, совокупность которых известным канадским физиологом Г. Селье была названа «реакцией тревоги». Однако в сво-

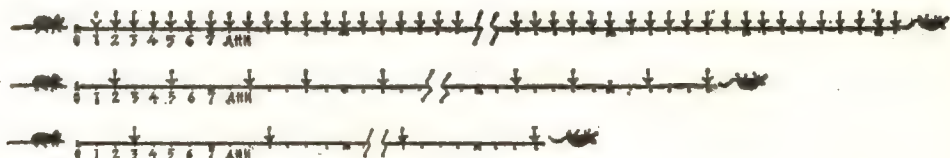
их экспериментах мы обратили внимание на то, что через сутки после реакции тревоги в организме животных обязательно происходит следующая серия изменений, которая, как выяснилось, присуща всем представителям животного мира. И особенности этих, как бы вторичных, изменений находятся в прямой зависимости от интенсивности воздействия, вызвавшего реакцию тревоги.

И действительно, дальнейшие исследования показали, что реакция тревоги — всего лишь начальное звено многоступенчатого процесса, который через сутки делает организм более устойчивым к воздействию, породившему реакцию тревоги. Происходит адаптация, приспособление. Иными словами, через сутки организм более или менее готов к повторной встрече с данным воздействием. Именно поэтому эта вторая стадия получила название «реакция ожидания».

Что помогает организму повысить свою устойчивость к повторному воздействию? Во-первых, функциональные резервы — организм какое-то время может работать с большим напряжением, чем в обычных условиях. А во-вторых, структурные перестройки. Если, например, под влиянием внешнего воздействия погибли клетки или разрушились внутриклеточные структуры в различных органах и тканях, то первоочередная задача для организма — максимально восстановить эти повреждения к моменту повторного воздействия.

Таким образом, отражая атаки внешней среды, организм животных и человека формирует в них сначала реакцию тревоги, а через сутки — реакцию ожидания. Если внешнее воздействие имеет суточную периодичность, то на следующие сутки под его влиянием вновь возникнет реакция тревоги, но формируемая уже на фоне реакции ожидания. Образуется как бы

Дольше других жили мыши первой группы, получавшие яд ежедневно.





смесь реакций — реакций тревоги и ожидания.

Восстановительные процессы, характерные для реакции ожидания, день ото дня будут уменьшать удельный вес реакции тревоги. Да и в самой реакции ожидания постепенно изменяется соотношение функциональных и структурных компонентов. Иначе говоря, если в первые дни реакции ожидания строятся в основном за счет простого повышения активности, работоспособности органов и тканей, принимающих участие в процессе приспособления (адаптации) организма, то в последующем все большее значение приобретают структурные перестройки, происходящие в них.

В зависимости от интенсивности внешнего воздействия все реакции организма можно условно разделить на три стадии. Первая: приспособление к очень слабым внешним воздействиям, она идет в основном за счет повышения активности заинтересованных органов и тканей (без существенных структурных перестроек). Вторая: интенсивность внешнего воздействия увеличивается, приспособление идет уже в основном за счет структурных перестроек, которые увеличивают работоспособность органов и тканей (кстати, на этом базируется тренировка организма к различным физическим и химическим воздействиям). Если же интенсивность внешнего воздействия продолжает увеличиваться, наступает третья стадия, когда никакие структурные перестройки уже не в состоянии помочь органам и тканям, и они продолжают работать с повышенной нагрузкой. Такое состояние не может тянуться долго: через некоторое время наступает истощение всех резервов организма, ведущее в конце концов к болезни и даже гибели.

Возможности организма приспособляться к внешним воздействиям ограничиваются еще и тем, что реакции ожидания отведено довольно непродолжительное время. Не вдаваясь в разбор многих до конца еще не понятых причин таких закономерностей, подчеркнем лишь, что реакция ожидания формируется через сутки после воздействия, а время готовности к повторной встрече с ним, как свидетельствуют экспериментальные данные, ограничено полутора—тремя часами (время зависит от вида и интенсивности внешнего воздействия). Именно это объясняет, почему частые сбой суточного режима либо раздражители, не подчиненные определенному ритму, могут стать причиной заболеваний, которые очень похожи на болезни, возникающие под влиянием раздражителей большой интенсивности. Различия в причинах этих заболеваний лишь в сле-

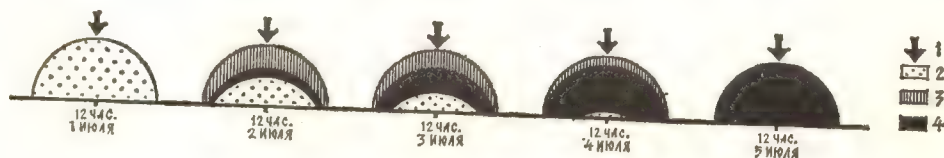
дующем: та перестройка, которая происходит в период реакции ожидания, не может создать необходимого приспособления — в одних случаях из-за интенсивности действующего на организм раздражителя, в других — из-за сдвигов по времени раздражителя малой интенсивности, каждое последующее воздействие которого выходит за пределы реакции ожидания.

Этим объясняется и эффект различных по интенсивности и продолжительности физических нагрузок на костно-мышечный аппарат. Именно поэтому наибольший результат дают ежедневные тренировки определенной интенсивности в течение 80 минут. Но результат резко снижается, стоит увеличить либо длительность, либо интенсивность тренировок. По-видимому, не всегда хорош принцип, которым пользуются многие спортсмены при тренировках: чем дольше и интенсивнее, тем лучше. Не из-за этого ли врачам иногда приходится сталкиваться с болезнями, которые так и называются «болезни спортсменов высокой квалификации»?

Итак, основной смысл реакции ожидания: в организме совершаются целенаправленные структурные перестройки, что связано с увеличением вновь синтезируемых белков. Это легко подтверждается экспериментально. Стоит ввести вещества, блокирующие синтез белков, и реакция ожидания не формируется, организм остается беззащитным перед любым интенсивным физическим и химическим воздействием.

К веществам, так или иначе блокирующим белковый синтез, относятся и антибиотики. Вернемся к эксперименту, о котором шла речь в начале статьи. Теперь его результаты не покажутся читателям парадоксальными: продолжительность жизни оказалась наибольшей у животных, получавших яд ежедневно, хотя в сумме они и получили больше яда, чем животные, которым его давали два или только раз в неделю. Каждый раз возникавшая реакция ожидания приспособляла организм, тренировала его. Но вот животным дали антибиотики; формирование реакции ожида-

Восстановительные процессы реакции ожидания день ото дня будут уменьшать удельный вес реакции тревоги, пока она совсем не исчезнет: 1 — внешнее воздействие; 2 — реакция тревоги; 3 — реакция ожидания; 4 — восстановительные процессы, повышающие приспособление организма к воздействию.



ния блокировалось, и теперь продолжительность их жизни зависела только от общей дозы яда. Первыми в этом случае погибали животные, получавшие яд ежедневно.

Еще более поразительная картина открылась с изучением повреждающего действия ионизирующей радиации. Во много раз снижается радиационное повреждение, если интервал между каждым облучением равен 24 часам. Если же интервал между облучением был больше или меньше, то повреждения, вызванные радиацией, возрастали. Эту закономерность отмечают многие исследователи, ссылаясь при этом на эксперименты с разными животными.

Отдельно следует подчеркнуть, что реакция ожидания — реакция специфическая, то есть, формируясь в ответ на какое-либо воздействие, она повышает устойчивость организма только к этому виду воздействия. Более того, когда в наших экспериментах животные за сутки до облучения подвергались каким-либо иным воздействиям, то их устойчивость к ионизирующей радиации резко снижалась. Почему так происходит? В этом нам еще предстоит разобраться.

Один из ведущих в свое время физиологов мира, академик П. К. Анохин, создавший теорию функциональных систем, рассматривал живой организм как многоцелевую систему; она осуществляет свою деятельность на основе того или иного объединения подсистем (в зависимости от целей и задач организма), каждый раз приобретая при этом свои собственные и специфические свойства, отличные от принципов и свойств этих подсистем. Иными словами, из одних и тех же исходных элементов каждый раз формируется новая система, направленная на решение какой-то определенной задачи. Именно этой задачей определяется, какие элементы и каким образом будут взаимодействовать между собой. Под элементами<sup>15</sup> в данном случае понимаются все структуры, начиная с отдельных внутриклеточных образований и до целых органов и тканей. Объединение этих элементов разных уровней осуществляется в основном нейроэндокринной системой.

Решив одну задачу, организм переходит к решению другой. Начинается формирование функциональной системы, которая может включать те же самые исходные элементы, но способ их взаимодействия теперь будет иным, то есть они как бы будут собраны по другой схеме. Таким образом, органы и ткани, их клетки и внутриклеточные образования принимают участие в различных системах, складывающихся в ответ на различные внешние воздействия. Однако способ их взаимодействия и требования, предъявляемые всякий раз к каждому из них, будут различными. Вероятно, этим можно объяснить понижение устойчивости животных к облучению, если реакция ожидания была сформирована на качественно отличное внешнее воздействие.

Однако и в этой закономерности есть

исключения. Возможен вариант, когда в ходе приспособления организма к одному воздействию повышается его устойчивость и к другому, казалось бы, совершенно отличному от первого, воздействию. Возникает так называемая перекрестная адаптация, или перекрестное приспособление.

Например, обнаружено, что физические упражнения повышают устойчивость организма одновременно к повышенной и пониженной температуре окружающей среды. Как это происходит?

Сначала о перекрестной адаптации организма к физическим нагрузкам и к низкой температуре. При большой физической нагрузке и при низких температурах организму необходимо вырабатывать больше энергии, которая в одном случае расходуется на мышечные усилия, а в другом — на повышение теплообразования. И в том и в другом случаях митохондрии (а именно они являются энергетическими станциями организма) — тот основной элемент, к которому предъявляются повышенные требования.

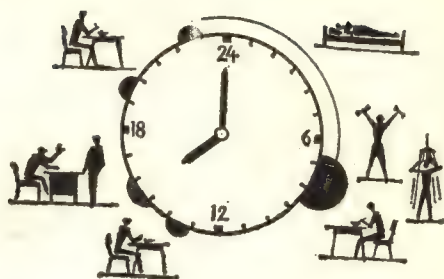
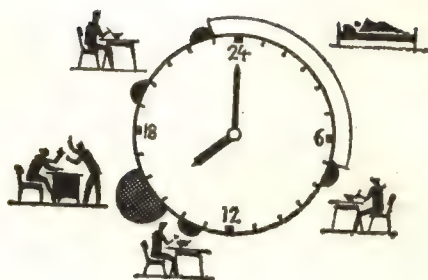
Перекрестное приспособление к физическим нагрузкам и к повышенной температуре обязано другим механизмам. Повышение температуры, которое сопровождается физическими нагрузками, заставляет организм ускорять теплоотдачу. Но ведь и повышение температуры окружающей среды порождает то же самое. Поэтому совершенствование механизмов теплоотдачи при избыточной физической нагрузке одновременно повышает его устойчивость и к высоким температурам.

Неудивительно поэтому, что у организмов, приспособленных к повышенной температуре окружающей среды, устойчивость к низкой не увеличивается. И наоборот, повышенная устойчивость организма к низкой температуре не способствует улучшению переносимости высокой температуры. И действительно, трудно надеяться на возникновение перекрестной адаптации, если отклонение температуры окружающей среды в одну сторону от оптимальной активизирует одни защитные механизмы, а в другую — совершенно иные, ничего общего не имеющие с первыми.

**В** течение суток организм, как правило, встречается с несколькими совершенно различными воздействиями. В то же время все живые существа в большей или меньшей степени адаптированы к условиям, в которых они находятся достаточно продолжительное время. Это говорит о том, что для нормальной жизнедеятельности организм должен сформировать в пределах суток несколько совершенно различных реакций ожидания. И если на этом фоне сложившегося суточного стереотипа появляется новое воздействие, имеющее суточную периодичность, то приспособление к нему происходит за счет реакции ожидания, формирующейся именно на данное воздействие.

Несколько по-иному происходит приспособление организма, когда суточный стереотип нарушен — а это бывает, напри-





мер, когда приходится самолетом пересекать несколько часовых поясов. В подобных случаях все внешние воздействия организм воспринимает как вновь появившиеся. Если же учесть, что в течение суток человеку приходится сталкиваться с различными по качеству и интенсивности внешними воздействиями, то на каждое из них должна сложиться своя реакция ожидания, то есть сразу несколько реакций ожидания. А этого на практике не бывает.

Замечено, что наиболее быстро и полноценно организм формирует реакцию ожидания на более значимое для него воздействие. На следующее по значению для него внешнее воздействие реакция ожидания бывает уже менее полноценной. И практически невозможно одновременно сформировать три или более реакций.

И это легко объяснить. Трудно себе представить, чтобы в клетке одновременно шли перестройки, достаточно надежно обеспечивающие ее устойчивость сразу к нескольким различным воздействиям. Поэтому организм, в полном соответствии с теорией функциональных систем академика П. К. Анохина, выбирает наиболее значимые для него воздействия, то есть те, которые вызывают существенные нарушения в организме, и «пристывает» к формированию специфической реакции ожидания, направленной на компенсацию этих нарушений.

Значимость внешнего воздействия для организма — понятие очень субъективное и зависит от целого ряда причин. В наибольшей степени она определяется видом животного. Так, для животных, ведущих ночной образ жизни, более значимым является переход от темноты к свету, а для дневных животных — наоборот, от света к темноте. И это естественно, так как животные, в процессе эволюции приспособившиеся к ночному образу жизни, будут совершенно беспомощны в дневное время, а дневные животные — ночью. Каждый, кто бывал в лесу в вечернее время, замечал, что по мере того, как сгущаются сумерки, возникает необъяснимое чувство тревоги. И ни разу подобное чувство не возникает при той же степени освещенности утром.

Во-вторых, значимость одного и того же по интенсивности и качеству воздействия зависит от того, как оно соотносится по времени с другими внешними воздействиями, с которыми организму приходилось сталкиваться в течение суток. Так, напри-

Физическая зарядка, душ, растирание как бы готовят организм к дневным нагрузкам — физическим и эмоциональным, и тогда они переносятся значительно легче.

мер, на организм животных достаточно сильно влияет изменение освещенности, и в частности переход от света к темноте. Другой, действующий несколько иным путем раздражитель, — пища. Так вот, если крысам давать пищу с наступлением темноты, то есть когда животные переходят от сна к активному образу жизни, то они довольно быстро привыкают к этим условиям. Если же кормление перенести на дневное время, то к такому режиму окончательно привыкнуть крысы не могут. Более того, если доступ к кормушке ограничивали одним-двумя часами, то животные, ведущие ночной образ жизни, через несколько недель погибали.

Так, не обусловленная эволюцией комбинация повседневных внешних воздействий резко снижает приспособительные возможности организма. И, естественно, вряд ли можно ожидать благоприятных последствий от произвольных нарушений складывавшегося веками уклада нашей жизни. Клиницистам, например, известно, что частые нарушения суточного стереотипа могут быть причиной целого ряда заболеваний.

А теперь попытаемся ответить на вопрос, с которого начали статью. Прежде оговорим, что речь идет не о тех физических упражнениях, которые, как говорят в быту, «накачивают» мускулатуру, а о тех, что состоят из легковыполнимых, но разнообразных упражнений, обеспечивающих равномерную нагрузку на все группы мышц. Такие упражнения приводят к тому, что со всех рецепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях, внутренних органах, устремляется мощный поток нервных импульсов, активирующих центральную нервную систему. Холодный душ с последующим растиранием жестким полотенцем возбуждает термо-, баро- и тактильные рецепторы кожи, которые дают дополнительный поток нервных импульсов.

Весь этот комплекс — переход от сна к бодрствованию, физическая зарядка, душ, обтирание — делает реакции организма на эмоциональные нагрузки, с которыми приходится сталкиваться каждому из нас в течение дня, существенно слабее.



На иконе, хранившейся в Коломенском дворце, неизвестный художник изобразил Христа похожим на юного Петра I. Фрагмент иконы XVII века.



Петр I. Самый ранний портрет юного царевича. Миниатюра выполнена художником Иваном Максимовым в XVII веке.

НАУКА И ЖИЗНЬ

ИСКУССТВО

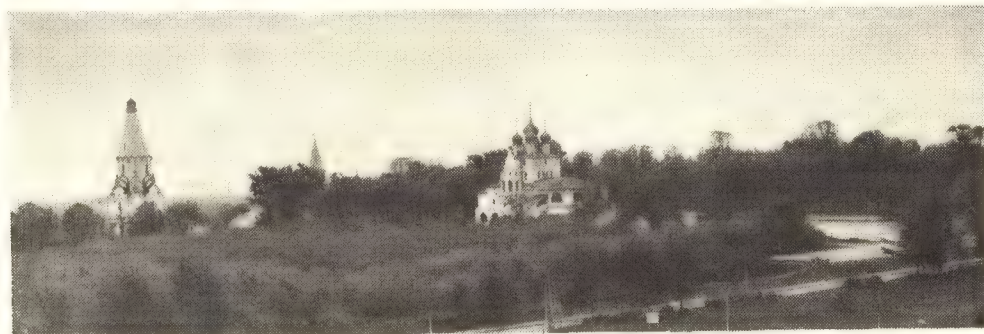
## П О Р Т Р Е Т Ы ИЗ СЕМНАДЦАТОГО ВЕКА

Трудно найти в Москве уголок, напоминающий нам о прошлом больше, чем музей-заповедник «Коломенское». Современного посетителя восхищают уникальные архитектурные памятники XVI—XVII веков, музей деревянного зодчества, расположенный на территории заповедника, старинный парк с сохранившимися 600—800-летними дубами, самыми старыми деревьями на территории Москвы.

Расположенное на высоком берегу Москвы-реки, на южных подступах к городу, село Коломенское было свидетелем многих исторических событий: опричнины (сюда в декабре 1565 года прибыл Иван Грозный,

направляясь в Александрову слободу), крестьянской войны под предводительством Ивана Болотникова и Медного бунта 1662 года. Многие в Коломенском связано с именем Петра I. Он часто бывал здесь в детские и юношеские годы, возвращаясь с победой после Полтавы, останавливался тут перед въездом в Москву. Не случайно сейчас в парке музея находятся деревянный домик Петра I, привезенный из Архангельска, пушки, по преданию участвовавшие в Полтавской битве, старинные якоря.

Государственный музей-заповедник «Коломенское». Вид со стороны Пролетарского проспекта. Фото 1982 года.





Модель деревянного Коломенского дворца XVII века. Выполнена из дерева резчиком Д. А. Смирновым в 1877 году. Экспонируется в Государственном музее-заповеднике «Коломенское».



В XVII веке в Коломенском трудами русских умельцев был воздвигнут для царя Алексея Михайловича знаменитый деревянный дворец, поражавший современников своей затейливой разбой и ярким узором. Простояв сто лет, дворец был разобран по приказу Екатерины II. В настоящее время в одном из залов музея можно увидеть модель этого дворца, сделанную из дерева резчиком Смирновым в 1877 году, и то немногое, что сохранилось от него, — стул, обитый тисненой кожей, многоцветные изразцы от многочисленных дворцовых печей, слюдяную окончину, металлические дверные приборы. Сохранились и три иконы, объединенные в одну композицию (деисус). Центральная из этих икон представляет огромный интерес не только в художественном, но и в историческом отношении. На ней изображен сидящий на троне Христос в облике младенца. Трон, на котором он сидит, имеет резную спинку, украшен золотом и серебром и тонким растительным орнаментом. В нижней части произведения изображены очень маленьких размеров две коленопреклоненные фигуры: слева мужская, справа женская. На мужчине — одежда, которую носили бояре в XVII веке, на женщине — монашеская мантия. Над фигурами надпись: «Артемон» и «Евдокия».

Возникает сразу множество вопросов: кто эти загадочные Артемон (Артамон) и Евдокия, почему их изображения помещены на иконе, которая хранилась в деревянном дворце царя Алексея Михайловича?

В XVII веке было принято заказывать иконы с изображением тех святых, которые покровительствовали заказчику.

Если икона находилась в царском дворце, то совершенно очевидно, что заказчик был из родственников царя или его ближайшего окружения.

В последние годы правления царя Алексея Михайловича при дворе особенно возвысился Артамон Сергеевич Матвеев, возглавлявший Посольский и Аптекарский приказ. По преданию, именно в его доме овдовевший царь познакомился со своей будущей женой — Натальей Кирилловной Нарышкиной, родственницей А. С. Матвеева. Артамон Сергеевич Матвеев был одним из образованнейших людей того времени. Автор нескольких литературных работ, он знал иностранные языки, изучал естествознание с помощью врача Сигизмунда Зоммера, дружил с русским дипломатом Спафарием, бывавшим в Польше и Китае. В своих письмах Матвеев часто цитировал Сократа и других философов древности. Жил он по европейским обычаям, в комнатах находились картины работ иностранных художников, был

устроен театр, труппа которого набиралась из дворовых людей. На театральных представлениях у Матвеева часто бывали не только царь, но и царица, царевичи, царевны. Жена Артамона Сергеевича была шотландка, урожденная Гамильтон, ее православное имя — Евдокия.

Вероятно, икона была написана по заказу Артамона Сергеевича Матвеева, а фигуры



Икона «Спас Эммануил с припадающими Артамоном и Евдокией». Находилась в Коломенском дворце. Написана в 70-е годы XVII века.



# «КОРОЛЕВСКИЙ КВАДРАТ»

О словесной игре «королевский квадрат» журнал «Наука и жизнь» писал дважды (см. № 7, 1980 г. и № 12, 1981 г.). Читатели продолжают присылать письма со своими решениями. Рекорд в 170 очков, о котором говорилось в опубликованных статьях, превысили уже более 250 человек.

Для тех, кто не знаком с предыдущими публикациями, напомним правила игры. Их пять.

1. Новая буква — новое слово. В квадрате  $5 \times 5$  по средней горизонтали пишется любое пятибуквенное слово. Прибавлением одной буквы в любой соседней клетке должно получиться новое законченное слово, читающееся как серия ходов шахматного короля, но цепочка букв должна быть неразрывной и непере-

кающейся. Использовать все имеющиеся буквы не обязательно. По одной клетке нельзя проходить дважды.

2. Количество букв — количество очков. За каждую букву нового слова начисляется одно очко. Если буква создает несколько слов, выбирается одно, наиболее длинное. Всего нужно составить 20 слов — по числу свободных клеток.

3. Каждое слово — принципиально новый оттенок смысла. Разрешаются нарицательные существительные в именительном падеже, единственном числе. Множественное число употребляется там, где единственное отсутствует. Имена собственные, уменьшительные или увеличительные формы не разрешаются, за исключением тех случаев, когда суффикс создает слово с

принципиально новым оттенком смысла. Неологизмы, отсутствующие в популярных словарях, в строгом варианте игры запрещены, в нестрогом — разрешены.

4. Случайные удачи не в счет. Нельзя засчитывать слова, уже образовавшиеся (пусть невольно) на доске.

5. Е=ё, но и≠й.

Как уже говорилось, рекорд в 170 очков превысили многие. В читательской почте есть три письма, авторам которых удалось перешагнуть рубеж в 200 очков. Житомирский архитектор Григорий Пода набрал 210 очков. Вот этот рекордный квадрат — цифры указывают очередность ходов (система записи предложена читателем З. Сеидовым, работающим в обсерватории г. Шемахи):

Л <sub>20</sub>	Е <sub>12</sub>	Н <sub>18</sub>	Н <sub>7</sub>	С <sub>8</sub>
Б <sub>11</sub>	М <sub>6</sub>	Н <sub>4</sub>	О <sub>3</sub>	Т <sub>2</sub>
Е	Р	Е	С	Ь
Т <sub>19</sub>	В <sub>1</sub>	О <sub>5</sub>	Т <sub>15</sub>	О <sub>16</sub>
У <sub>9</sub>	С <sub>10</sub>	В <sub>13</sub>	Д <sub>14</sub>	У <sub>17</sub>

Артамона и Евдокии на иконе изображают покровителей самого Матвеева и его жены.

Но вот что интересно. Сравнивая лицо святого Артамона и портрет Матвеева, помещенный в книге конца XVIII века, убеждаешься, что перед тобой один и тот же человек. Художник воспроизвел очень точно черты лица своего заказчика: тот же тонкий нос с горбинкой, высокий лоб, немного выступающая нижняя губа, довольно короткие вьющиеся волосы, округлая борода с нависающими усами.

Пристального изучения на этой иконе заслуживает и изображение Христа. Детское лицо, пухлые щеки и округлый подбородок, высокий лоб, короткий нос и полные губы, волнистые коричневые волосы, лежащие крупными завитками, напоминают портрет юного Петра I. Именно таким Петра I изобразил художник Иван Максимов в рукописной книге XVII века с портретами русских царей «Титулярнике». Если предположение о портретном сходстве с юным Петром верно, то фигурки святых в нижней части иконы, рабски приниженные и смиренно припадающие, помещены здесь с большим смыс-

лом: молят о заступничестве и покровительстве юного царевича, с именем которого были связаны все надежды Матвеева на будущее.

Земной и более конкретный смысл приобретает надпись на книге в руках юного Христа: «Дух господень на мне, его же ради помаза меня...»

Наиболее вероятным временем создания этого художественного произведения является период между 1672 годом (годом рождения Петра I) и 1676 годом (годом смерти Алексея Михайловича) и последовавшей за этим ссылкой Матвеева.

В день рождения Петра (30 мая 1672 года) Матвеев был пожалован из думских дьяков в окольничьи, а в октябре 1675 года стал боярином. Он мог отметить одно из этих событий богатым вкладом в загородный царский дворец. Если учесть, что Матвеев был родственником матери Петра и возлагал большие надежды на него как на будущего царя, то понятно идейное содержание такого дара. Известно, что Алексей Михайлович предполагал сделать своим преемником юво-



1. Север. 2. Весть. 3. Отсев. 4. Верность. 5. Совет. 6. Мерность. 7. Временность. 8. Современность. 9. Уверенность. 10. Суверенность. 11. Бренность. 12. Беренность. 13. Своевременность. 14. Доверенность. 15. Тостер. 16. Достоверность. 17. Удостоверенность. 18. Осовремененность. 19. Мертвенность. 20. Устремленность.

Итого 210 очков. Все хорошо, если бы не слово № 18 «осовремененность». В словаре Ожегова приводятся слова «осовременивать», «осовремененный». Слова «осовремененность» там нет, но оно встречается в театральных рецензиях («Осовремененность «Тартюфа» в постановке Любимова...»).

Г. Пода набрал столь большое количество очков благодаря тому, что уже в первой половине игры вышел на богатый семibuквенный суффикс «—енность». Не меньшую роль сыграл и выбор удачного ключевого слова «ересь», позволяющего легко перейти к словам с этим суффиксом.

Второй результат — 207 очков у студента В. Волошина из г. Ленинска Кзыл-Ор-

динской области. «Эта игра — любимое развлечение студентов нашей группы», — пишет он. — Критерием правомерности использования того или иного слова должно быть его присутствие в каком-либо словаре или энциклопедии. Самое трудное — подбор хорошего ключевого слова». В. Волошин выбрал ключевое слово «плата», встречающееся и во многих других письмах, но он сумел образовать от него массу редких слов, что, кстати, не противоречит правилам игры. В. Волошин широко использовал тоже богатый суффикс «—ельность» (в словах заимчивость, мнительность и т. д.).

Инженер И. Шкляр из г. Свердловска, показавший результат в 201 очко, пошел по иному пути: стал искать не слова с длинными суффиксами, а сложносоставные слова с окончанием «—строитель». Взяв ключевым слово «котел», он в дальнейшем перешел к словам «домостроитель», «моторостроитель», «мостостроитель» и т. д.

Одинаковый результат — 194 очка у В. Селиванова из г. Нижнего Тагила и А. Шелоумова из г. Зеленодольска (Татарская АССР).

Кое-кто из приславших свои решения может обидеться: почему не засчитаны их результаты, приближавшиеся к рекордным? Только потому, что нарушены правила игры. Например, в одном из писем есть результат в 212 очков, но он не засчитывается, так как нарушено правило № 1 — цепочки слов пересекаются. Чаще всего нарушается правило № 4 — «случайные удачи не в счет». Если слово уже образовалось на доске, его нельзя засчитывать, даже добавляя букву в соседней клетке.

Особенно важно правило № 3: «каждое слово — принципиально новый оттенок смысла». Например, И. Шкляр прибавлением буквы «с» превращает «танкостроитель» в «станкостроитель», и получает новое слово. А. Ю. Бостанджа из г. Минска и Р. Хачатурян из Небит-Дага, тоже набравшие по 201 очку, допустили одну и ту же ошибку: к слову «формирование» прибавляют «с» и получают «сформирование», то есть то же самое по смыслу. Это путь наименьшего сопоставления.

Э. ИОДКОВСКИЙ.

го Петра, а Артамон Матвеев должен был выполнять до совершеннолетия царя роль регента.

В 1676 году Матвеев попал в опалу, и все же в своих многочисленных письмах из ссылок в Москву он часто обращался с просьбой о помощи к Наталье Кирилловне и «государю царевичу и великому князю Петру Алексеевичу».

Сразу после смерти старшего брата Петра — царя Федора Алексеевича за Матвеевым был послан стольник Семен Ерофеевич Алмазов с указом, чтобы Матвеев с сыном поспешили в Москву и «их царских величеств очи видели». А. С. Матвеев вернулся в Москву 11 мая 1682 года. Ему возвратили боярство, сын был пожалован стольником. А через четыре дня взбунтовавшиеся стрельцы, подстрекаемые противниками юного Петра — Милославскими, ворвались в Кремль и сбросили на копы с красного крыльца Теремного дворца вместе с другими боярами и Артамона Матвеева. Свидетелем этой казни был десятилетний Петр.

Неизвестно имя художника, написавшего эту икону. По стилю произведения чувству-

ется уверенная рука одного из мастеров Оружейной палаты. Применение пышного орнамента и обилие золота, манера написания лика с анатомически правильными чертами выдают почерк одного из русских художников Оружейной палаты второй половины XVII века. Необычайно выразительны глаза центрального персонажа: голубоватые белки, светло-коричневая радужная оболочка, красная точка в слезнике — это отвечало эстетическим принципам, бытовавшим в то время среди царских изографов. Многие из художников писали в то время портреты — «парсуны» представителей царской семьи и знатных вельмож. Черты светского искусства проникают и в иконопись, яркий пример тому — исследуемая икона из Коломенского дворца.

Реставрация, изучение и экспонирование одного из произведений Коломенского являются частью большой работы, проводимой в одном из старейших московских музеев.

О. ПОЛЯКОВА, старший научный сотрудник Государственного музея-заповедника «Коломенское».



Здание учебно-тренировочного центра при Трипольской ГРЭС. Над входным козырьком — массивный куб без окон, внутри которого находится центральный тренажер, ниже этажом — участковые тренажеры и психофизиологический комплекс, на третьем этаже — классы программированного обучения; в здании находятся также библиотека, кинозал и мастерские.

# А В А Р И И П О С Ц Е Н А Р И Ю

В беседе о первом в нашей стране учебно-тренировочном центре (УТЦ) для подготовки операторов мощных тепловых энергоблоков, созданном близ Киева, в городе Украинка, при Трипольской ГРЭС, принимают участие: министр энергетики и электрификации СССР В. Ф. СКЛЯРОВ, директор Киевского института автоматики академик АН СССР Б. Б. ТИМОФЕЕВ, сотрудники института кандидаты технических наук Р. Д. ЦИПЦЮРА и А. Г. ЧАЧКО, начальник УТЦ инженер Ю. А. ПЕТЛЕНКО.

## ЦЕНТРАЛЬНАЯ ФИГУРА

**Б. ТИМОФЕЕВ.** Профессию оператора нередко называют профессией века, более того, его самой массовой профессией. Такое утверждение может показаться сомнительным. Но вдумайтесь. Кто есть оператор? Это специалист, который с пульта с помощью кнопок, клавиш, рычагов, переключателей управляет работой машины, установки, технологическим процессом. Значит, и летчик, и машинист тепловоза, и диспетчер энергосистемы, и космонавт, и шофер, и тракторист, и многие из тех, кого формально не именуют операторами, по сути дела, настоящие операторы. Вот и под именем «машинист котла, турбины, энергоблока» значатся (по традиции, да и по штату) одни из самых классических представителей операторской профессии.

Оператором машинист турбины стал не сразу. Это автоматика, электроника с годами все больше и больше оттесняли его от

машины, лишали непосредственного общения с ней. В союзе с вычислительной техникой они возвели между машиной и машинистом щит с мнемосхемами, множеством приборов, оставив человека на последнем рубеже — у пульта управления. Казалось, стоит сделать еще один шаг на пути к полной автоматизации энергоблоков, чтобы полностью передать бразды правления автоматам и освободить оператора от работы, которая иногда даже человеку не по силам.

И действительно, было время, когда сторонники полной автоматизации делали попытку совсем устранить человека из сложной системы управления мощным энергоблоком тепловой электростанции. Как было остроумно замечено: кибернетический рай энтузиастов безбрежной автоматизации не нуждался в греховном операторе. Но тепловой электростанции «на замке» создать пока не удалось.

Сегодня в сложных системах управления центральной фигурой, олицетворением их «разума», как правило, остается человек. Ибо только он наделен способностью творческого мышления, лишь ему под силу сложные задачи управления. Лучше любой машины может он прогнозировать ход событий, справляться с неожиданностями, находить оптимальные решения, преодолеть

**XI ПЯТИЛЕТКА 1981-1985**

Техника на марше



Фильм «Адмирал Ушаков» вышел на экраны в мае 1953 года. После выхода на экраны второй серии фильма «Корабли штурмуют бастионы» режиссер фильма М. И. Ромм написал Н. Г. Кузнецову:

Москва 7 сентября 1953 г.

«... У меня сейчас большие дни — закончена работа над «Ушаковым». Это конец (и, надеюсь, благополучный) не только трехлетнего труда, но и целого жизненного этапа, ибо мы, режиссеры, меряем свою жизнь картинками.

Так вот: это был нелегкий кусок жизни, но необычайно интересный и полезный, я буду всегда вспоминать его с волнением. Среди людей, которые делили со мною этот трехлетний труд со всеми его горестями и радостями, совершенно особое место занимают моряки: они не только жили интересами картины — они стали нашими лучшими друзьями, они научили нас любить море особенной любовью, любить все, что связано с морем, все, что связано с военно-морским флотом.

Работа над «Ушаковым» стала для меня неотрывной от мыслей о наших морях.

Совершенно особое место в этой работе заняли вы, Николай Герасимович. Сказать вам, что все мы чрезвычайно вам благодарны — это очень мало. Впервые в жизни я сталкиваюсь с такой глубокой заинтересованностью, с такой огромной помощью, с таким неизменным человеческим и товарищеским вниманием, всегдашней готовностью поддержать, стать на защиту. В самые трудные минуты (а их, как вы знаете, было немало) вы советом, делом, ободрением приходили к нам на помощь. Картина в значительной степени обязана вам и своим успехом и даже самим существованием.

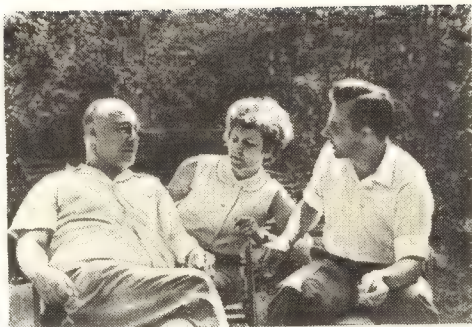
Поверьте, что я никогда не забуду вашей помощи, вашего горячего, товарищеского отношения к нашей работе, которые всегда поддерживали меня.

Надеюсь, что мне когда-нибудь удастся отплатить вам добром за добро, — может быть, еще одной морской картиной.

Ваш Михаил Ромм»

## ИЗ ЗАПИСНЫХ КНИЖЕК Н. Г. КУЗНЕЦОВА

В 1957 году Николай Герасимович Кузнецов, владеющий к тому времени французским, немецким, испанским языками, начал изучать английский язык. Причину он объяснял так: «Дело в том, что интересная литература, многие документы по нашей флотской специальности изданы главным образом на этом языке». В записных книжках тех лет Н. Г. Кузнецов писал: «Читаю английские журналы уже давно, свободно



На снимке: Н. Г. Кузнецов беседует с журналистами. Начало 60-х годов.

понимаю их. Это мое большое достижение. За 7—8 месяцев сделано очень много. По сути дела, изучил язык. Очень много читаю».

Еще одна запись: «После трех лет упорного труда мне предложили перевести статью «Будущее гидросамолета» лейтенанта Д. Кирчнера. Это первая проба пера. Оказалось это не так просто. Читаю статью, будто все понимаю, смысл ясен. Но понимать — это одно, а сделать литературно грамотный перевод — совсем другое. Снова пришлось вернуться к словарю, посидеть над каждой фразой. Обращался за помощью к знающим людям.

Взялся за перевод еще двух статей: «Освоение Арктики» капитан-лейтенанта Дж. Стронга и «Являются ли атомные подводные лодки-ракетоносцы полноценным оружием устрашения» П. Галлуа. Переводить их было уже легче. Это меня вдохновило. Года полтора спустя осмелился перевести книгу командира американской подводной лодки «Скейт» Джеймса Калверта «Под ледом и полюсу» и еще позже перевел вторую половину книги «Война на море» Ч. Нимица и Э. Поттера. Мору признаться, труд переводчика труден и тяжел».

Академик Аксель Иванович Берг писал  
в 1977 году:

«С глубоким волнением я вспоминаю совместную работу и дружбу с Николаем Герасимовичем на протяжении многих, многих лет и особенно в годы 1943—1956.

Я многому у него учился и очень уважаю его как крупного руководителя Военно-Морского Флота в очень тяжелых условиях...»

## ЛИТЕРАТУРА

Кузнецов Н. Г. Накануне. Воениздат. 1966 и 1969.

Кузнецов Н. Г. На флотах боевая тревога. Воениздат, 1971.

Кузнецов Н. Г. Курсом и победе. Воениздат, 1975.

Аммон Г. А., Бережной С. С. Героические корабли российского и советского Военно-Морского Флота. М., Воениздат, 1981 г.

Рудный В. А. Действующий флот. М. Воениздат, 1965 г.

Рудный В. А. Готовность № 1 (о Н. Г. Кузнецове). М., Политиздат, 1982 г.

Самородное золото содержит от нескольких десятых долей процента до 50 процентов серебра. Однако это серебро не распределено в золоте равномерно. Как показали исследования, проведенные в Институте общей неорганической химии АН СССР и Центральном научно-исследовательском геологоразведочном институте, содержание серебра на поверхности золотин может быть значительно большим или значительно меньшим, чем в среднем по объему.

В рудных месторождениях золото находится в виде агрегатов, включенных в породу, например, в кварцевые жилы, в пирит и т. д. Примененный рентгеноэлектронный метод анализа впервые позволил получить сведения о составе тончайшего поверхностного слоя золотин из рудных месторождений. Оказалось, что относительное содержание серебра на их поверхности в несколько раз выше, чем в объеме, причем толщина такого обогащенного серебром слоя составляет несколько десятков ангстрем ( $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ см}$ ). Эта пленка слишком тонка, чтобы быть заметной невооруженным глазом, поэтому образцы золота сохраняют свой обычный блеск, что лишний раз демонстрирует справедливость известной поговорки: «Не все то золото, что блестит».

Было выдвинуто предположение, что скопление серебра на поверхности золотин — результат взаимодействия с кислородом: кислород образует окисел с серебром, но не взаимодействует с золотом. В конечном итоге это приводит к накоплению окисла серебра на поверхности. Этот процесс протекает у природного золота в течение длительного времени при сравнительно низких температурах. (В искусственных сплавах золота с серебром процесс накопления

серебра на поверхности легко воспроизвести в заметной степени при нагревании таких пластинок до температуры  $100-130^\circ\text{C}$  в течение 10 часов).

Золото из россыпей, которое переносится песком и водой на сотни километров от коренных месторождений, содержит крайне мало серебра на поверхности. Причина — эрозия поверхности, окисление и вымывание серебра в результате химических и механических взаимодействий золотин из россыпей с водой и песком. Эксперименты подтвердили это: когда пластинки сплава «золото — серебро» выдерживали в потоке воды с кварцевым песком, содержание серебра на поверхности пластинок заметно уменьшалось.

Золотые самородки из зон окисления рудных месторождений также подвержены воздействию воды и воздуха, однако они не переносятся водой и песком. Поэтому золото такого типа занимает промежуточное положение между золотом в рудных месторождениях и в россыпях.

Полученные результаты представляют не только научный, но и большой практический интерес в связи с широким применением флотационных процессов для извлечения золота из руд. При подборе флотационных реагентов для рудного золота необходимо учитывать, что часто на поверхности частиц золота число атомов серебра приблизительно равно числу атомов золота, хотя в объеме содержание серебра сравнительно невелико.

**Академик Н. ЖАВОРОНКОВ, В. НЕФЕДОВ, Г. МАЧАВАРИАНИ и др. Зависимость содержания серебра в поверхностном слое самородного золота от генетического класса и типа месторождения. «Доклады АН СССР», т. 263, № 6, 1982.**

## Н О В Ы Е К Н И Г И

**Конституция Страны Советов. Словарь.** М. Политиздат, 1982, 288 с., 150 000 экз., 85 к.

Этот справочник, в котором собран обширный теоретический и фактический материал, раскрывает и конкретизирует основные положения Конституции СССР.

**Алексеев С. С. Азбука закона.** Серия «Гражданин, общество, закон». Свердловск. Средне-Уральское книжное издательство, 1982, 160 с., 30 000 экз., 25 к.

Правовые вопросы часто возникают в нашей повседневной жизни. Нужно уметь разобраться в несложных подчас юридических делах, найти нужный закон, правильно, точно прочитать и понять его. Начинать усвоение юридических премудростей нужно с азбуки закона. Этой «азбуке» и посвящена книга доктора юридических наук профессора Свердловского юридического института, лауреата Государственной премии СССР С. С. Алексеева.

**Матюшин Г. Н. У истоков человечества.** М. «Мысль», 1982, 60 000 экз., 60 к.

Автор книги выдвигает оригинальную гипотезу, согласно которой преобразования в наследственности предков человека во многом были обязаны усиленному влиянию радиации в одном из периодов эволюции. В эпоху появления человека, по мнению автора, на территории его прародины наблюдалась интенсивная вулканическая деятельность, активизировались землетрясения. Это создало условия для естественного отбора.

Предисловие к книге написал академик Н. П. Дубинин.

**Книговедение. Энциклопедический словарь.** М. «Советская энциклопедия», 1982, 664 с., с илл. 100 000 экз., 8 р. 80 к.

Две с половиной тысячи статей, включенных в словарь, дают исчерпывающую информацию обо всем, что связано с книгой: издательское дело, полиграфия, книжная торговля, библиотечное дело, библиография в СССР и зарубежных странах.



# ЧТО ТАКОЕ БОЛЬ?

Вещество, которое «сообщает» центральной нервной системе о боли, возникшей в ближних и дальних «углах» организма, было открыто еще в 1931 году как бы на обочине основного направления исследований. Его назвали веществом Р. Лишь спустя 40 лет была определена его химическая структура. Оно оказалось нейропептидом, веществом, молекула которого состоит из аминокислот — основных кирпичиков всего живого на Земле. Приставка «нейро» здесь потому, что пептид (или, проще, белок) вырабатывается нервными клетками — нейронами и выделяется их окончаниями в синапсы — щели между нейронами. По иронии судьбы изучение вещества Р велось в связи с такими его фармакологическими свойствами, которые к функциям нервной системы никакого отношения не имели. Тайна истинного назначения вещества Р поддерживалась еще несколько лет и раскрылась буквально в последние год-два.

Говорят, боль ищет врача. Прежде всего потому, что это остро неприятное, беспокойное, порой угнетающее субъективное ощущение. А главное, боль сигнализирует об опасности, о неблагополучии в организме (правда, боль иногда бывает неоправданная, так называемая фантомная — ноги уже давно нет, она ампутирована, а боли продолжают мучить).

Боль ищет врача и стимулирует прогресс науки. За всю историю цивилизации найдены тысячи средств унять боль: травы, лекарства, физические воздействия. Несколькими десятилетиями назад ученые нашли в живом организме так называемые эндогенные (внутренние) морфиноподобные вещества, которыми сама природа старается смягчить, унять боль. Это нейропептиды эндорфины и энкефалины (см. «Наука и жизнь» № 12, 1977 г.).

Но что же такое боль? Какова ее химическая природа?

Последние открытия нейрофизиологов показали: самое прямое отношение к боли имеет давно известное вещество Р. Возникнув в ее очаге, оно посылает нервные импульсы в головной мозг, сообщая таким образом о случившейся в организме беде, скажем, о травме или остром воспалении. А эндорфины и энкефалины пытаются эти импульсы на всем пути их следования затормозить. Если же они не справляются со своей задачей, если вещества Р образуется слишком много, боль пробивает себе дорогу и дает о себе знать мозгу.

Родилась идея: а что если нервное волокно, по которому бежит импульс, возмещающий о боли, перерезать? Известный французский «хирург боли» Лериш так и сделал. Боль исчезла! Но, увы, через некоторое время вернулась. Перервал ей путь выше — боль опять отступила лишь на время. Вывод был ясен: боль охватывает всю центральную нервную систему, и, чтобы блокировать ее скальпелем, нужно удалить весь мозг, и спинной и головной... Любопытно,

что сам головной мозг к боли равнодушен, он ее просто не ощущает. В мозге нет специального болевого центра или каких-либо болевых зон. Другой любопытный факт: в организме нет отдельных специализированных нервных путей, по которым якобы проходит боль, — любой нерв может стать и источником и проводником боли.

Совсем недавно считалось, что все импульсы чувственной информации, передающиеся из зоны возбуждения в кору мозга, достигают конечной цели. Однако схема передачи импульсов отнюдь не так проста. Импульсы, бегущие по нервным путям, могут и не достичь коры — на всех уровнях их передачи происходит строгий, тщательный отбор, вплоть до торможения их и блокирования. Головного мозга достигают импульсы лишь от очень незначительного количества воздействующих на нас раздражителей. Главный принцип отбора информации — требование момента, то есть нужна она в данную минуту человеку или нет. Скажем, человек слушает однообразные, монотонные звуки. Электроэнцефалограф регистрирует в его мозге импульсы. Через несколько звуковых сигналов импульсы слабеют и вскоре исчезают вовсе! Если же интервалы между звуками сделать неравными и попросить человека указать самые длительные из них, импульсы возникнут вновь. Привыкнув к раздражителю, мозг перестает им интересоваться, и, напротив, он весь внимание, когда нужна точная информация.

Чтобы понять систему болевых ощущений, важно разобраться не столько в том, как передаются импульсы от периферических нервных окончаний в кору мозга, сколько в том, как они на разных уровнях восходящих нервных путей фильтруются. Эту фильтрацию можно было бы, пожалуй,

сравнить с преодолением барьеров. Причем достаточно высоких, чтобы обычные восходящие нервные импульсы не могли их преодолеть. Нужны очень сильные импульсы, гораздо сильнее импульсов чувственной информации, чтобы заставить высшие нервные центры принять их как боль.

Хотя в понимании механизмов боли еще много неизведанного, однако открытие нейропептидов дало ответ на многие вопросы. В последнее время стало известно, что в синапсах — щелях между соседними нейронами — нейропептиды действуют не как проводники нервного импульса, а как своеобразные модуляторы: они или стимулируют его прохождение по нервному волокну, или тормозят.

Очаг боли — клетка. А вызывает боль любая травма, воспаление, сужение или расширение сосудов, мышечные спазмы и т. д. Но что бы ни стало причиной боли, механизм ее всегда один и тот же: клетки с поврежденной мембраной начинают в избыточных количествах выделять в межклеточное пространство хлористый калий, серотонин, гистамин и другие вещества. Внутри клеток срабатывает своеобразный механизм, содействующий синтезу биологически активных веществ — простагландинов. Простагландины так же, как и хлористый калий, серотонин и прочее, воздействуют на болевые рецепторы нервной системы. В зоне пострадавших клеток образуется особая химическая микросреда.

Эта микросреда — сильнейший раздражитель для свободных нервных окончаний. Разместившиеся между клетками, они постоянно сигнализируют в нервные центры о событиях, происходящих «на местах». Но в нормальных условиях у этих регулярно поступающих нервных импульсов слабая амплитуда, достаточная лишь для того, чтобы вызвать регулирующие рефлексы, необходимые для поддержания нормальной жизнедеятельности клеток. В случае же боли они начинают посылаять в спинной мозг очень частые и сильные импульсы. Как только болевое раздражение достигает пороговой величины, срабатывает так называемый аксон-рефлекс (аксон — это отросток нервной клетки, проводящий импульсы к другим нейронам, а аксон-рефлекс — это

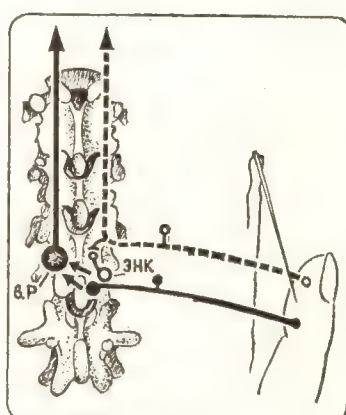
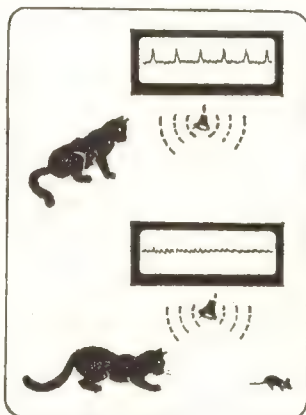
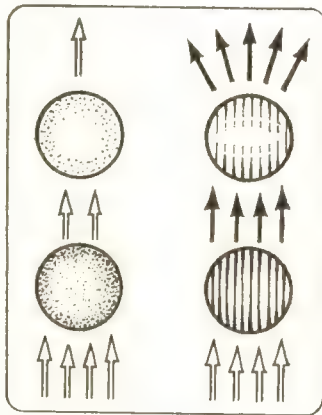
рефлекс, который осуществляется по разветвлениям аксона без участия тела нервной клетки). Если по одному из аксонов пройдет болевой сигнал, то он достигнет развилки ответвлений и, следуя вверх к спинному мозгу, одновременно спустится по другим разветвлениям к концам нервного волокна. На каждом же свободном конце волокна расположен крошечный пузырек, наполненный веществом Р; как только возвратный импульс коснется пузырька, оно начинает выделяться. Вещество Р — мощный раздражитель. Высвободившись из пузырька, он начинает гнать через соседние свободные нервные окончания в спинной мозг еще более сильные, быстрые и многочисленные импульсы. Аксон-рефлексы умножаются, и боль растекается, как нефтяное пятно.

Второй этап передачи боли проходит через спинной мозг. Чувствительные волокна связывают весь организм человека со спинным мозгом. Здесь они имеют форму нервных корешков. В них два вида волокон, поднимающихся по мозговому стволу к высшим отделам мозга, — толстые и тонкие. От толстых волокон отходят боковые ветви, одни из которых передают двигательные команды спинного мозга и поддерживают мышечный тонус, другие контактируют с так называемыми студенистыми клетками, содержащими энкефалины.

Обычные чувственные импульсы и импульсы боли передаются по одним и тем же нервным структурам. Но в первом случае количество импульсов на различных уровнях передачи их в мозг уменьшается, а во втором — увеличивается.

Любая информация, поступающая в кору мозга, подвергается по пути ее следования тщательному отбору в зависимости от требований момента. Кошка немедленно перестает воспринимать звук, едва в ее поле зрения попадет мышь.

Волонно (сплошная стрелка), передавая импульс боли, выделяет вещество Р на клетке спинного мозга. А в это время другое чувствительное волонно (пунктир) посылает импульс по боковой ветви и возбуждает клетки с энкефалинами. Клетки выбрасывают энкефалины на окончания с веществом Р, и боль уменьшается.





Тонкие волокна в спинном мозге взаимодействуют с побочными нервными клетками, аксоны которых восходят к высшим отделам мозга. У одной из групп этих нервных клеток — так называемых пограничных — очень высокий порог возбудимости. Возбудить, заставить их работать могут только сильные импульсы, такие, какие, скажем, идут от очага боли. Другая группа нервных клеток, расположенная в спинном мозге глубже и составляющая его основное ядро, имеет порог возбудимости более низкий. Большинство входящих тонких волокон также оканчивается пузырьком с веществом Р. Когда приходит достаточно сильный импульс, вещество Р в спинном мозге освобождается и мощно воздействует на побочные клетки. А студенистые клетки выпускают свои энкефалины одновременно и на пограничные клетки, стараясь снизить их возбуждение, и на входящие волокна, чтобы затормозить выделение ими вещества Р.

Таким образом, в спинном мозге идет как бы постоянная борьба между двумя нейромодуляторами: если импульс интенсивен, силен, вещество Р как бы подхватывает его и отправляет дальше по первому волокну, и боль заявляет о себе, если импульс слаб — энкефалины подавляют его, нейтрализуя действие вещества Р и, таким образом, гася боль. Болит или не болит — зависит от двух нейропептидов-нейромодуляторов с противоположными свойствами: вещества Р и эндорфинов. Вещество Р стимулирует передачу болевых импульсов, эндорфины тормозят их.

Третий этап передачи боли — верхняя часть мозгового ствола, средний мозг. Все пути следования боли сходятся здесь в центральном отверстии — сильвиеве водопроводе. Здесь сконцентрировано еще больше вещества Р и эндорфинов (эндорфины как обезболивающие вещества сильнее, чем энкефалины). Сильвиев проток — еще один фильтр, где вещество Р соперничает с эндорфинами.

Четвертый этап движения болевых сигналов — гипоталамус. Разветвленная система его клеток вырабатывает и энкефалины и эндорфины. Роль этих эндогенных веществ, снимающих боль, в гипоталамусе еще не определена, но замечено, что если болевой импульс слишком настойчив и длителен, то наступает депрессия, свойственная почти всем больным, страдающим хроническими болями. Когда импульс боли достигает гипоталамуса, корковые процессы в головном мозге перестраиваются — человек заболевает. Иначе говоря, в мозге есть ключевые зоны, где болевой импульс идет по тому или иному кругу в зависимости от своей интенсивности и силы в тот момент, когда он этих зон достигает. В ключевых зонах расположены и клетки с энкефалинами и эндорфинами и клетки с веществом Р. И результат борьбы между этими веществами определяется именно здесь, в мозге.

Все искусство подавления боли заключается в том, чтобы усилить систему внутреннего обезболивания. Конечно, самое заман-

чивое — вовсе отказаться от лекарств с их побочным отрицательным действием и научиться управлять механизмами естественного обезболивания, заложенными в каждом живом организме.

Обезболить на первом этапе движения сигнала боли — значит блокировать ее очаг, клетку. Это значит научиться регулировать состав микросреды болевой зоны. Но как? Здесь еще много неясного. Пока установлено лишь одно: в зоне боли, похоже, всегда присутствуют простагландины, которые, с одной стороны, помогают организму справиться с заболеванием, с другой — усиливают эффект боли. Видимо, такая их «двуличность» зависит от их концентрации в болевой зоне. Известно, что простагландины успешно нейтрализуются ацетилсалициловой кислотой — старым добрым аспирином. Однако если он попадает в очаг боли, когда вещество Р уже запустило свой механизм обратного действия, то толку от аспирина не будет. Кроме того, не всем он показан — его нельзя принимать тем, у кого аллергия, язва желудка... Вещества же, которые могли бы блокировать активность вещества Р, пока еще неизвестны.

В последнее время установлено, что эндогенные вещества эндорфины, энкефалины участвуют в механизмах рефлекторного обезболивания при акупунктуре. Стимулировать выработку энкефалинов на втором этапе предлагает новый метод обезболивания — подкожная электростимуляция толстых волокон. Возбужденные электротоком, они заставляют студенистые клетки выделять энкефалины в гораздо большем количестве.

Увеличить выброс эндорфинов в спинномозговую жидкость на уровне сильвиева протока также можно электростимуляцией. (Причем даже напрямую, с помощью вживленных микроэлектродов.) Акупунктура изменяет возбудимость нейронов мозга, активизируя синтез эндорфинов, и не только блокирует болевые ощущения, но и снимает состояние длительного напряжения или возбуждения. Но вся беда в том, что клетки, содержащие эндорфины, рано или поздно истощаются, если их эксплуатировать без меры. С этим, очевидно, тоже придется считаться. И, кроме того, эти обезболивающие вещества пока еще не до конца изучены.

Подавить или умерить боль можно, как медицина уже доказала, не только методами иглотерапии, но и релаксацией (расслаблением), самовнушением и даже плацебо (псевдолекарствами). У многих людей и самогипноз и релаксация усиливают выброс энкефалинов в спинномозговую жидкость, и боль успокаивается. Некоторые же менее податливы к такому лечению, но к ним, очевидно, просто еще не подобраны «ключи». Во всяком случае, эти методы имеют большие преимущества перед сильными обезболивающими лекарственными средствами, так как, облегчая страдания, они не дают побочных эффектов.

По материалам французского журнала  
«Сьянс э ви».

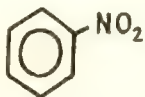
# ТАЙНЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

Для начала — два опыта. Первый весьма прост. Прилейте к раствору азотнокислого серебра (ляписа) в воде каплю раствора поваренной соли. Немедленно выпадает белый осадок хлорида серебра.

Второй опыт провести сложнее. Поместите в пробирку несколько капель концентрированной серной кислоты и чрезвычайно осторожно прибавьте к ним по каплям такое же количество концентрированной азотной кислоты. Охладите полученную смесь в кастрюле с холодной водой и прибавьте в пробирку несколько капель бензола. Теперь заткните пробирку пробкой, в которую вставлена длинная стеклянная трубка. Нагревайте пробирку в кастрюле с горячей водой (температура воды не должна быть выше 50°). Через несколько минут осторожно слейте верхний слой в другую пробирку и добавьте к этой жидкости одну-две чайные ложки воды. Полученное вещество тяжелее воды и опустится на

дно пробирки. Вы получили нитробензол — заместили в кольцевой молекуле бензола один атом водорода на группу  $\text{NO}_2$ .

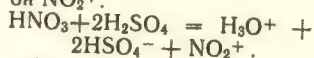


Реакции, как видим, различаются весьма существенно. Если первая протекает за считанные доли секунды при обычной температуре, то вторая требует нагревания в течение нескольких минут.

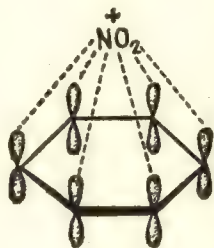
Дело здесь вот в чем. В первой реакции встречаются два иона — серебра  $\text{Ag}^+$  и хлора  $\text{Cl}^-$ , и тут же образуется нерастворимое в воде соединение. Столь быстро протекают почти все реакции неорганических ионов.

А теперь о второй реакции. Мы нитруем бензол азотной кислотой в присутствии серной кислоты. Когда мы смешиваем эти две

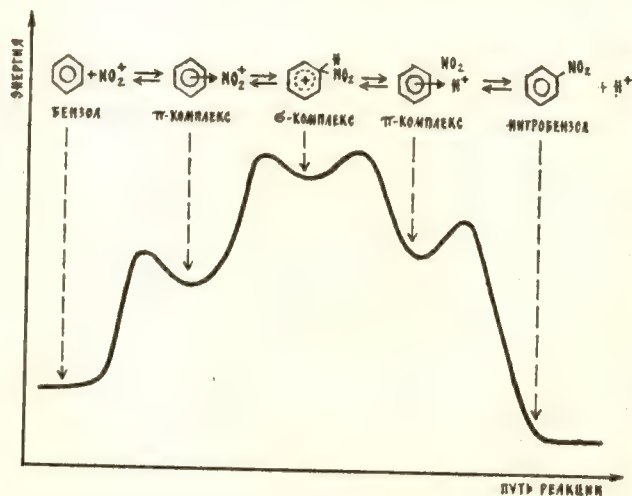
кислоты, происходит химическая реакция, в результате которой образуется так называемый нитроний-катион  $\text{NO}_2^+$ :



В нашем реакционном растворе присутствует еще и бензол. По шестиугольнику его молекулы размещена шестерка так называемых  $\pi$ -электронов. Эти электроны взаимодействуют с нитроний-катионом, образуя  $\pi$ -комплекс.



Описывая реакцию, будем одновременно изображать ее ход на так называемой энергетической диаграмме. На вертикальной оси диаграммы станем указывать энергию реагирующей системы частиц. Очевидно, если из одной точки диаграммы мы переходим в другую снизу вверх, то система откуда-то приобретает энергию (например, черпает ее из запасов энергии хаотического движения частиц в их взаимных столкновениях). А переход сверху вниз может совершаться за счет собственных, внутренних энергетических запасов системы. Отсюда ясно: чем выше точка на ди-



Энергетическая диаграмма для реакции нитрования бензола азотной кислотой в присутствии серной.



аграмме, тем неустойчивее соответствующее состояние системы — из такого состояния система может выйти самопроизвольно, без внешних воздействий.

Последовательные участки горизонтальной оси диаграммы будем толковать как стадии реакции. А на протяжении одной какой-то стадии движение вдоль горизонтальной оси можно понимать как перемещение реагирующих частиц, ведущие к образованию промежуточных или конечных продуктов реакции. Вот, скажем, самое ее начало. Сближаясь издалека, реагирующие частицы поначалу взаимно отталкиваются, и кривая на диаграмме идет вверх. Но вот, провзаимодействовав, частицы образовали относительно устойчивое сочетание — кривая несколько снизилась.

Именно так и изобразится на нашей энергетической диаграмме образование пи-комплекса бензола с нитроний-катионом. Их комбинация не очень устойчива и может легко распасться на исходные компоненты (что соответствует движению вспять на диаграмме). Но может произойти и другой процесс — перестройка молекулы и образование так называемого сигма-комплекса. При этом нитрониевая частица присоединяется к одному из углеродных атомов.

Следующая стадия нашей реакции — отщепление протона  $H^+$  от углеродного атома и образование второго пи-комплекса. Протон в пи-комплексе долго не задерживается, и очень скоро образуется нитробензол.

Вот как сложно протекает простая на первый взгляд реакция замены атома водорода в бензоле на нитрогруппу. Эта реакция принадлежит к семейству хорошо известных в химии реакций электрофильного замещения. Здесь электрофильной (то есть «любящей электроны») частицей выступает нитроний-катион, а бензол — вещество, поставляющее электроны. К электрофильным реакциям относятся хлорирование, бромирование, сульфирование бензола и его аналогов. Электрофильными частицами в таких реакциях

могут служить и ионы ртути, а недавно найдено, что даже атом четырехвалентной платины способен замещать водород в органических соединениях типа бензола.

Мы разобрали последовательность превращений, которые происходят прежде, чем образуется нитропроизводное. Но вот откуда нам известно, какие это превращения, какие промежуточные вещества образуются на пути реакции? Ведь мы имеем исходные вещества — бензол и азотную кислоту, получаем конечное вещество — нитробензол. Каждое из них можно подержать в руках, взвесить, проанализировать. А что между начальным и конечным веществом? Промежуточные соединения часто довольно неустойчивы, и их обнаруживают косвенными методами.

Представьте себе, что вы проводите реакцию и по ее ходу измеряете концентрации исходного и конечного вещества. Иногда оказывается, что через некоторое время после начала реакции исходное вещество израсходовалось в заметной степени, а конечного продукта образовалось еще очень немного. Значит, в реакционной смеси в этот момент находится промежуточное вещество.

Как же установить структуру такого соединения, концентрация которого зачастую весьма невелика? Тут помогают физические методы исследования — например, ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс, инфракрасная и электронная спектроскопия. Эти методы дают информацию о наличии в веществе тех или иных группировок, о порядке, в котором связаны атомы в его молекулах.

Впрочем, иногда промежуточные соединения можно обнаружить даже визуально. На стекле к капле концентрированной серной кислоты (будьте осторожны!) добавьте нафталин, или фенол, или анизол (то есть метиловый эфир фенола) и затем крупинку нитрата натрия или калия (можно использовать селитру или ляпис). Ваш раствор окрасится в довольно интенсивный желтый, зеленый или крас-

ный цвет (в зависимости от исходных реагентов). Предполагают, что окрашенные вещества — это промежуточные в нитровании сигма-комплексы.

Впрочем, недавно советские исследователи установили, что подобные соединения представляют собой продукт переноса одного электрона от, скажем, нафталина к иону  $NO_2^+$ . В таком случае механизм, включающий пи- и сигма-комплексы, оказывается еще более сложным. Так что ученые предстоит большая работа, прежде чем станет в деталях известно, как же протекает столь давно открытая и столь подробно изученная реакция, как нитрование.

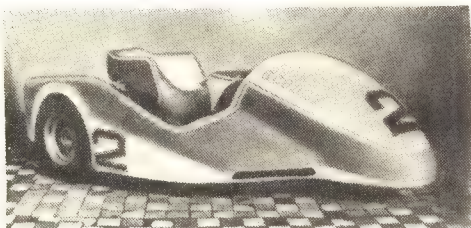
А теперь зададимся вопросом: что изучает химия? В школьном учебнике сказано, что химия — наука о веществах и их превращениях. Но вещества исследует и физика и биология... Та же физика интересуется и превращениями веществ (например, графита в алмаз).

Дело в том, что химические превращения в отличие от прочих характеризуются разрывом одних связей между атомами, составляющими ту или иную молекулу, и образованием новых. (И опять нужно оговориться: мы имеем в виду не любые, а только химические связи. Например, атомы разных молекул в жидкости притягиваются друг к другу, при испарении жидкости связи эти рвутся, но испарение жидкости не приводит к получению нового химического соединения, это процесс физический. Химические связи между атомами в молекуле гораздо прочнее. Вот их-то разрыв и дает новые соединения.)

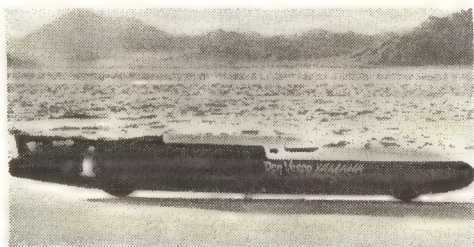
Мы пришли к выводу, что химию интересуют не столько сами соединения, в так сказать, застывшем виде, сколько процессы их превращений, химические реакции. Изучая их, ученые стремятся как можно детальнее выяснить, как они протекают, каковы их механизмы.

Насколько сложные картины при этом вырисовываются, показывают даже относительно нетрудоемкие опыты, описанные в этой статье.

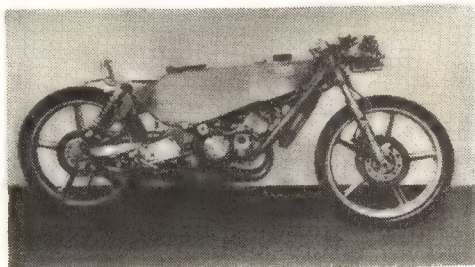




**«ВОСТОК-7.202» (СССР).** Мотоцикл с кольцевым классом 500 см<sup>3</sup> для кольцевых гонок. Изготовленная в единственном экземпляре эта машина имеет дисковые тормоза, литые колеса с 10-дюймовыми ободами, обтекатель из стеклопластика. Двигатель — двухтактный с водяным охлаждением; число цилиндров — 2; рабочий объем — 436 см<sup>3</sup>; мощность 90 л. с. (66 кВт) при 9000 об/мин. Масса машины в снаряженном состоянии — 170 кг. Скорость — 200 км/ч.



**«ЛАЙТНИНГ-БЕЛЛ» (США).** Самый быстрый в мире гоночный мотоцикл, построенный Д. Веско в одном экземпляре. На нем стоят два мотора «Ямаха» с впрыском топлива и турбонаддувом. Четырехтактные двигатели находятся в сигарообразном фюзеляже позади гонщика. Для остановки машины служат дисковые тормоза и парашюты. Число цилиндров у каждого двигателя — 4; рабочий объем — 750 см<sup>3</sup>; мощность — 150 л. с. (110 кВт). Длина машины — 6,3 м. Масса в снаряженном состоянии — 340 кг. Достигнутая скорость — 512,94 км/ч.



**«МИНАРЕЛЛИ» (Италия).** На этом мотоцикле (всего их изготовлено 3 штуки) выигран чемпионат мира 1981 года в классе 125 см<sup>3</sup>. Роль рамы играет сваренный из стального листа монокок. Обтекатель сделан из кевлара. Впуск горючей смеси управляют дисковыми золотниками. Двигатель — двухтактный с водяным охлаждением; число цилиндров — 2; рабочий объем — 124 см<sup>3</sup>; мощность — 45 л. с. (33 кВт) при 14 700 об/мин. Масса машины в снаряженном состоянии — 82 кг. Скорость — 220 км/ч. Расход топлива — 10 л на 100 км.

С появлением первых мотоциклов стали проводиться и состязания на них. Конструкторы стремились продемонстрировать возможности нового транспортного средства, прежде всего его скоростные качества. Очень скоро гонки и другие виды мотоциклетного спорта получили широкое признание. Помимо зрелищного и чисто спортивного значения, они стали играть роль своеобразного катализатора, ускоряющего прогресс мотоциклетной техники.

Многие важные новшества, такие, как телескопическая передняя вилка, ножное переключение передач, верхнеклапанный распределительный механизм, дисковый тормоз, дисковый золотник, вызваны к жизни прежде всего гонками. Бесспорно, все эти усовершенствования рано или поздно нашли бы применение на моделях массового производства и без влияния спорта. Но он создал условия, при которых техническая необходимость в этих усовершенствованиях возникла намного раньше.

Соревнования на скорость, проводившиеся еще в начале XX века на шоссейных дорогах, быстро обрели форму так называемых кольцевых гонок по замкнутой трассе со многими поворотами, подъемами, спусками. При таких состязаниях решающее значение имеет не максимальная скорость, а средняя, которая определяется надежностью мотоцикла, возможностями эффективно тормозить, точно исполнять команды гонщика, быстро набирать скорость.

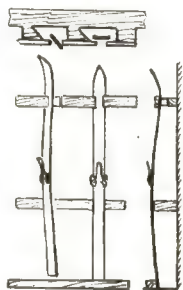
Год от года формировался тип мотоцикла для кольцевых гонок, по которым не только проводились чемпионаты во многих странах, но и первенства мира с 1950 года.

Гоночный мотоцикл пригоден только для гонок и совершенно не приспособлен для повседневной эксплуатации. Он построен в соответствии с жесткими международными техническими требованиями, которые ограничивают массу машины, число цилиндров и число передач в трансмиссии, применяемое топливо, конструкцию обтекателя, двигателя и других элементов машины. Помимо этой регламентации, все мотоциклы для кольцевых гонок делятся в зависимости от рабочего объема двигателя на классы: 50; 125; 250; 350; 500 см<sup>3</sup>.

Долгое время на гоночных мотоциклах применялись главным образом четырехтактные двигатели. Однако в настоящее время преимущественное распространение получили двухтактные: более простые и легкие. Такие усовершенствования в области наполнения цилиндров горючей смесью и очистки их от отработавших газов, как, например, газораспределение дисковыми золотниками, подбор глушителей, настроенных в резонанс с колебаниями смеси во впускной системе, клапаны, изменяющие высоту выпускного окна, позволили резко поднять мощность двухтактных моторов. Каждое из этих конструктивных решений имеет свои плюсы и минусы, проявляющиеся на определенных режимах работы. Для получения



# Домашнему мастеру. Советы.



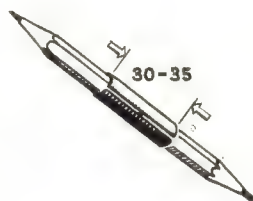
Компактную конструкцию для хранения лыж в квартире предлагает В. Куделин (г. Пенза). Приспособление состоит из трех брусков, «верхний» из них — фигурный. В нем выпиливаются пазы, как показано на рисунке. Ставятся и вынимаются лыжи одним движением.



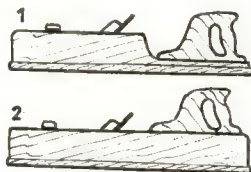
Из пищевого узла шариковой ручки можно сделать миниатюрные штепсельные разъемы для перезаписи с магнитофона. К латунному узлу-штырьку припаивается провод, после чего нужное количество штырьков укрепляют в резиновой пробке. Советом поделился В. Змиренков (г. Ленинград).



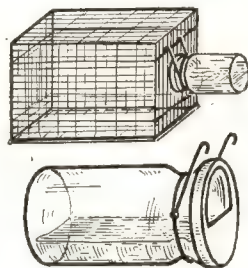
Тем, кому приходится много работать карандашом, пригодится совет конструктора Е. Бельх (пос. Малаховка). Он предлагает две половинки карандашей скрепить металлической трубкой. За счет этого продляется срок их службы, кроме того новый карандаш может иметь разную твердость и разную форму заточки концов.



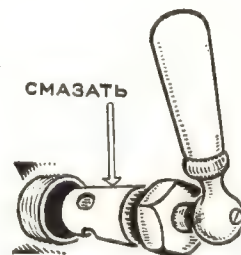
Н. Сенников (пос. Пижма) пишет, что фуганки с нижним расположением ручки (1) гораздо удобнее в работе, чем с верхним (2). Однако в последние годы в продаже можно видеть только фуганки с верхней ручкой. Н. Сенников предлагает дорабатывать их: срезать заднюю часть корпуса и устанавливать ручку на новый, пониженный уровень.



Если в дне пластмассового стакана просверлить несколько отверстий и повесить стакан над раковиной, то получится удобная малогабаритная сушилка для столовых приборов. Советом поделился В. Касаткин (г. Москва).



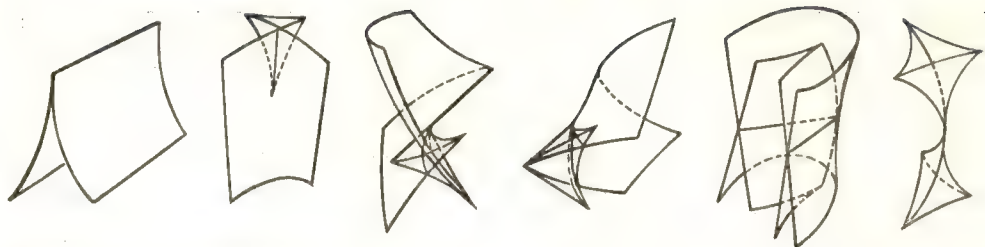
Удобную купалку для комнатных птиц можно сделать из стеклянной банки емкостью 0,8—1 литр. На банку надевается полиэтиленовая крышка, и в ней делается отверстие для входа птицы. Купалку подвешивают к клетке на проволочных крючках. Советом поделился А. Лясо-та (г. Караганда).



Устранить течь в кране, переключающем воду в душ или в ванну, можно очень просто самому, пишет Ю. Жданов (г. Москва). Достаточно вывинтить конус крана и покрыть его тонким слоем воска, какой-либо густой смазки или мыла.

Обрезанную кромку ковровой дорожки не обязательно подшивать, пишет В. Савельев (г. Казань). Достаточно на обратную сторону нанести слой нитроклея для кожи шириной около 1 см.

**НАУКА И ЖИЗНЬ**  
**ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ**



## ● ВЕСТИ ИЗ ЛАБОРАТОРИИ

# РАЗГАДКА СВЕТОВЫХ УЗОРОВ

Солнечный зайчик остро сверкнул на беспокойной глади моря и через мгновение поблек, расплылся вязью зыбких бликов. Сквозь тонкий, мягко волнующийся слой прибрежной воды солнечные лучи чертят на гладком дне непрерывно сменяющиеся световые узоры.

Эти световые письмена удалось расшифровать совсем недавно, хотя ключом к их расшифровке ученые владели, казалось бы, давно. Этот ключ — законы преломления и отражения света, дифракции и интерференции световых волн. Со школьных лет нам запомнились рисунки из учебника по физике из раздела «Оптика»: световые лучи собираются в фокусе, преломившись в линзе, отразившись в вогнутом зеркале. В достоверности таких рисунков мы не сомневаемся, мы уверены, что за ними стоят строгие математические расчеты, предписывающие, какими по форме должны быть линзы и зеркала, чтобы лучи света собирались в одной точке.



Но вот вопрос: если такие математические предписания и существуют, удастся ли воплотить их в реальных оптических системах? А если даже и удастся, способны ли реальные оптические конструкции навсегда сохранить неизменной желательную форму? Тот же свет, упав на зеркало, точку нагрел его — и его

идеальная форма исказилась, а пучок отраженных лучей, пусть даже и сходящийся когда-то в одной точке, уже распался... Как теперь описать его строение? И какие возможные конфигурации может вообще принять пучок лучей, отраженных в реальных поверхностях, преломленных в реальных средах?



Одна из простейших возможностей представлена схемой. Лучи, отраженные от фокусирующего зеркала, в районе предполагаемого фокуса складываются в характерное, так называемое каустическое острие. В общем виде строение такой световой поверхности было выявлено еще в прошлом веке, рассчитать же его математически стоило немалых трудов. Без ответа оставался вопрос: какие поверхности такого рода возможны еще?

Ответ на этот вопрос помог дать один из разделов современной математики, который создали в недавние годы советский ученый В. И. Арнольд, французский математик Р. Том и другие. С легкой руки своих создателей это направление математических исследований стало именоваться теорией катастроф. (О ней наш журнал рассказывал в № 12 за 1977 год.) Описать же возникающий узор световых пятен позволил математический метод, разработанный

советским теоретиком В. П. Масловым. В область оптических и радиофизических явлений выводы этих теорий впервые перенесли научные сотрудники Московского физико-технического института Д. С. Лукин и Е. А. Палкин\*; одновременно с ними это сделал работающий в Бристоле М. В. Берри.

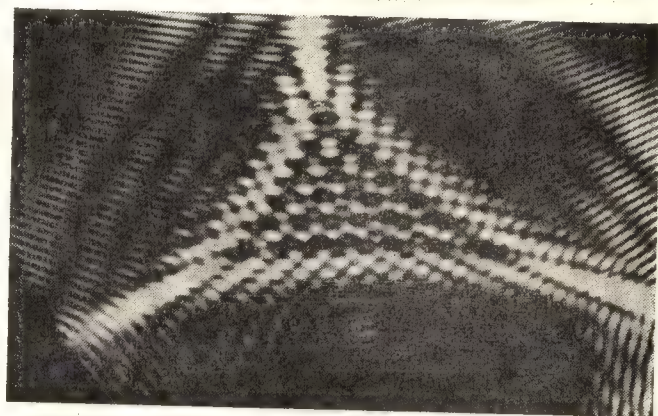
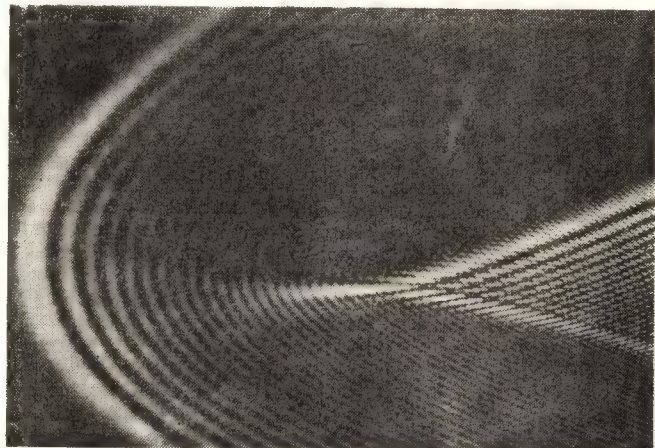
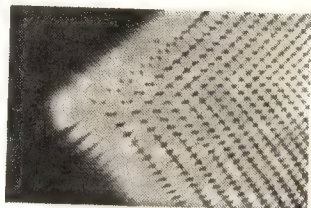
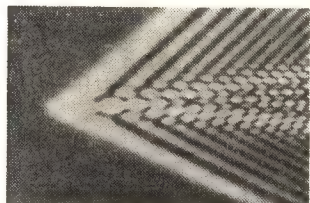
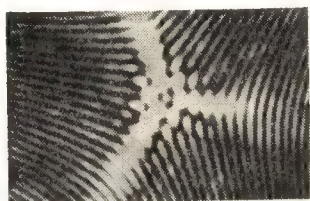
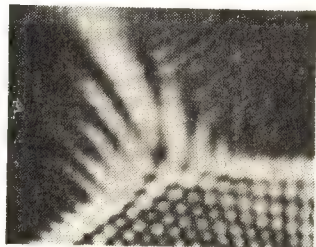
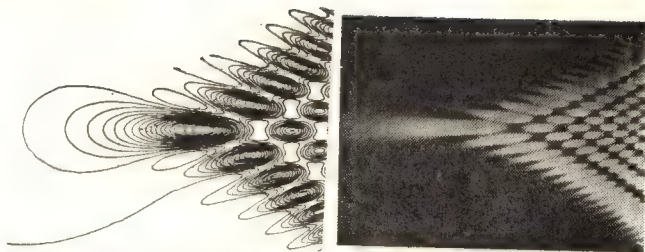
Светящиеся узоры, в которые могут складываться фокусируемые лучи, отыскались в наборе диковинных поверхностей, формулы которых диктует теория катастроф (см. рисунки вверху). Надо сказать, что эти математические поверхности представляют собою лишь своеобразный костяк световых узоров, наблюдаемых на опыте. Сам же узор создается в результате интерференции лучей, располагающихся именно так, как предписывает теория катастроф. Чем больше длина волны, тем меньше световой узор напоминает поверхности из теории катастроф; чем сильнее разнятся длины волн лучей, тем более размытой получается вся картина. И напротив — чем короче длина волны света, тем более дифракционные световые пятна сливаются для наблюдателя в те самые поверхности, о которых говорится в теории катастроф. Сходство было бы полным, если взять свет с нулевой длиной волны, но это, к сожалению, случай несбыточный.

Когда оптикам требуется особо однородное (или, как

\* Их результаты опубликованы в сборниках «Теоретическое и экспериментальное исследование распространения дециметровых радиоволн» (Труды ИЗМИРАН, М., 1976 г.) и «Распространение радиоволн в ионосфере» (Труды ИЗМИРАН, М., 1978 г.). Авторам указанных работ принадлежат и публикуемые здесь снимки.



Виды поверхностей, предсказываемые теорией натастроф (стр. 122, слева направо): «наустическое острие», «ласточкин хвост», «бабочка», поверхности параболического, гиперболического, эллиптического типа. Справа: световой узор типа «каустическое острие» и результат его расчета на ЭВМ. На снимках внизу представлены световые узоры, соответствующие различным видам поверхностей, показанных выше. Левая колонка (сверху вниз): узор вида «бабочка», узоры эллиптического, параболического, гиперболического типа. Правая колонка (сверху вниз): узоры гиперболического и параболического типа.



они говорят, монохроматическое) излучение, то в качестве его источника они используют лазер. Четкость интерференционных эффектов обусловлена когерентностью световых волн, то есть их согласованностью по фазе. Излучение лазера отличается и этим достоинством. Луч лазера, падая

на отражающую поверхность или пройдя через преломляющую линзу, выписывает в пространстве ту или иную из световых поверхностей, представленных рисунками. Поставив на пути световых лучей фотографическую пластинку, мы получим на ней один из тех световых узоров, которые читатель видит на снимках рядом.

Стоит заметить, что такие фигуры можно наблюдать, и не располагая сложным оптическим оборудованием. Взгляните через забрызганные дождем очки на ртутный фонарь (из всех приме-

няемых на практике источников света он дает наиболее монохроматическое излучение). Перед глазами у вас возникнет мелкая причудливая сетка, сплетенная из завитков, знакомых по помещенным здесь снимкам. Дело в том, что капельки воды, осевшие на стеклах очков, представляют собою своеобразные линзы. Но у них неровная поверхность, оттого и свет, фокусируемый каждой из таких линз на сетчатку глаза, выписывает те узоры, секреты которых недавно разгадали физики с помощью математиков.



# ХРИСТИАНСТВО.

## СТАРЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ОТКРЫТИЯ

Защитники христианского учения долгое время пытались объединить вопрос о реальности Христа с утверждением о его божественной сущности. А в истории атеизма у некоторых авторов опровержение христианской легенды опиралось на то, что ряд исторических свидетельств о Христе представлялся как интерполяции, как позднейшие вставки, сделанные защитниками христианской доктрины.

Известный специалист по истории христианства М. М. Кубланов—автор публикуемой здесь статьи—стремится на основании исторических исследований, осуществляемых в последние десятилетия, четко отделить вопрос о Христе как реальной личности от христианской легенды о его божественной природе. Представления о Христе как о реальной личности нашли свое отражение не только в современных исторических исследованиях, но и в художественной литературе.

Мне представляется, что эта новая трактовка древней проблемы заслуживает широкого внимания, ибо эта трактовка важна для разработки проблем научного атеизма. Вопрос о реальности личности Христа непосредственно ведет к представлению о его человеческой природе и тем самым позволяет свести христианскую легенду о божественной природе Христа к ее земной основе.

Эта проблема основательно разработана автором в его книге «Возникновение христианства» («Наука», 1974 г.). В академическом издании «Вестник истории» (1976 г.) была опубликована рецензия на книгу М. М. Кубланова, в которой справедливо отмечалось, в частности, что она содержит свежие наблюдения и выводы, которые способствуют повышению уровня научно-атеистического раскрытия столь актуальной и сложной темы.

Академик Б. М. КЕДРОВ.

## ЧЕТЫРЕ «ИНТЕРПОЛЯЦИИ»

Кандидат исторических наук М. КУБЛАНОВ.

Интерполяция—этот редко употребляемый в обиходной речи латинский термин—означает «подновление». Но можно перевести его и более жестко—«подделка».

Исторической науке известно немало интерполяций. Правоведы, изучая кодексы римских юристов, обнаружили в них множество позднейших вставок. Филологи нашли интерполяции в произведениях Гомера, библеисты—в Ветхом и Новом завете.

Причины таких «подновлений» разнообразны. Есть известное число вполне преднамеренных искажений и подделок, цель которых—навязать древнему документу тенденции другого времени и других авторов. Во многих случаях позднейшие вкрапления порождены наивной убежденностью интерполяторов, что в древнем документе что-то записано неправильно или пропущено, своими вставками они хотели поправить дело. Так, например, византийские юристы, внедряя в старые римские кодексы законоположения своего времени, стремились сгладить обнаружившиеся между ними противоречия и несоответствия.

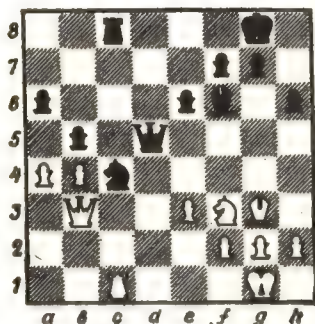
Сходным образом поступали и некоторые писцы. Некий средневековый копиист, переписывая трактат древнегреческого врача Гиппократ, дополнил его медицинскими сведениями своего времени. Нередко писец, встретив на полях переписываемого свитка пометку неведомого читателя, его дополнения или возражения, механически включал и их в новый экземпляр.

Так разнообразно рождались и накапливались эти специфические подделки. В XIX веке, особенно во второй его половине, интерес к интерполяциям особенно вырос. Вырабатывались приемы их распознавания, лежащие главным образом в русле историко-критического метода изучения источника. В частности, если в древнем тексте оказывались разделы, рассказывающие о событиях, которые данному автору никак не могли быть известны (например, если это случилось после его смерти), или имевшие там оценки противоречили его религиозно-философским и политическим взглядам, или стиль, фразеология и другие языковые черты данного раздела существенно отличались от языка остального произведения и т. п., то



О множестве вещественных чисел, больших нуля и меньших единицы, можно сказать, что это пересечение множества вещественных чисел больших нуля и множества вещественных чисел меньших единицы. О множестве квадратов — что это пересечение множества прямоугольников и множества ромбов.

Такая позиция сложилась на 26-м ходу в 21-й партии титанического матча между Капабланкой и Алехиным, состоявшегося осенью 1927 года.



Далее последовало:

26. ...	Cf6—b2!
27. Лс1—e1	Лс8—d8
28. a4:b5	a6:b5
29. h2—h3	e6—e5
30. Ле1—b1	e5—e4
31. Кf3—d4	Cb2: d4
32. Лb1—d1	Kc4: e3!

Белые сдались.

Мы надеемся, что любитель шахмат получил некоторое удовольствие, разбирая фрагмент знаменитой партии. Но, право, были бы бестактны, если бы привели пример, понятный лишь шахматистам. Есть в нем нечто, что имеет непосредственное отношение к теме нашего разговора о теории множеств.

Присмотритесь к записи, не вникая в ее смысл. Всюду в ней встречаются характерные пары, образованные из строчной латинской буквы и натурального числа: f6, b2, c1...

На прописные латинские буквы обращать внимания не будем — это сокращенные обозначения фигур. Чтобы они не составили нам

помехи, уберем фигуры с доски.

Что останется на ней тогда? Только лишь разметочные знаки.

Внизу — горизонтальный ряд букв, от a до h. Слева — вертикальный столбик чисел, от 1 до 8.

Каждая буквенно-числовая пара, о которой говорилось выше, образуется так: сначала берется элемент из первого, буквенного, множества и за ним ставится элемент, выбранный из второго, числового, множества.

Кстати, само слово «пара» — термин теории множеств. Так называются два элемента, расположенных в определенном порядке (поэтому часто говорят не «пара», а «упорядоченная пара»).

Не довольствуясь несколькими вышеприведенными примерами, образуем все возможные пары описанного вида. Их множество мы назовем декартовым произведением двух исходных множеств — буквенного и числового.

Знакомство с новым понятием закончим его строгим определением: декартовым (или прямым) произведением одного множества на другое называется множество всевозможных пар, первые элементы которых принадлежат одному множеству, а вторые — другому.

Можно говорить не только о парах, но и, скажем, о тройках — разумеется, тоже упорядоченных — образованных из элементов некоторого трех множества. Например, все обеды из трех блюд — это тройки, первый элемент которых принадлежит множеству первых блюд, второй — множеству вторых, третий — множеству третьих. (Упорядоченность таких троек подчеркивается названиями блюд: первое, второе, третье.) Такие обеды, составленные во всевозможных сочетаниях по естественному порядку блюд, образуют декартово произведение трех множеств, где первый сомножитель — это множество первых блюд, второй и третий — множества вторых и

третьих блюд соответственно.

Три блюда, конечно, не предел для тренированного едока. Помните те обеды, которыми турецкий султан угощал достославного барона Мюнхгаузена? Согласно уверениям барона, о честности которого ходят легенды, число блюд в этих обедах было умопомрачительно большим, так что для математического описания тех знаменитых трапез потребовалось бы понятие упорядоченной n-ки. (Читатель, вероятно, знает, что в математике буква n применяется для обозначения натуральных чисел и преимущественно в тех случаях, когда под нею можно подразумевать произвольное натуральное число.)

Таким понятием располагает теория множеств. Упорядоченной n-кой называется набор из n элементов, где на первом месте стоит элемент первого множества, на втором — второго, и так далее — до n-ного. Все возможные такие n-ки образуют декартово произведение тех n множеств, из которых берутся элементы для образования упорядоченных n-ок.

Сомножители в произведениях множеств могут быть и одинаковыми. Попробуйте-ка представить, например, что получится, если множество букв русского алфавита трижды умножить на себя. Очевидно, в результате получится множество упорядоченных троек букв — иными словами, множество всех трехбуквенных слов русского языка, осмысленных и не имеющих смысла: бал, лоб, мул, дыр, бул, щыл...

Заметим, что упорядоченные n-ки из элементов некоторого множества называют еще n-мерными векторами, определенными на этом множестве. (Наряду с термином «вектор» иногда в таких случаях употребляется равнозначный ему термин «кортеж».)

Элементы, составляющие ту или иную n-ку, называются ее компонентами, или координатами, и различаются по порядку: первая компонента, вторая и так далее.



# ВРАЧ ПРОПИСЫВАЕТ ОБ

«Недуги цивилизации», «болезни образа жизни»... Именно так принято называть сердечно-сосудистые заболевания — бич XX века. Ясны ли медикам пути борьбы с ними? Об этом размышляет в беседе с нашим корреспондентом один из крупнейших кардиологов современности, ректор Каунасского медицинского института, академик Академии наук Литовской ССР и Академии медицинских наук СССР Зигмас Ипполитович Янушкевичус.

Академик АМН СССР З. ЯНУШКЕВИЧУС.

**П**роблему, которую обозначают словами «сердце» и «цивилизация», можно, само собой, понимать по-разному. А это значит, что проблема немалая. Возьмем первый аспект. Я бы назвал его житейским, хотя согласен и с таким определением: философский. Понимаю же я под ним вот что... Сегодня мы будем часто произносить: сердце, сердцем, для сердца. Имея в виду строгое — анатомическое — значение слова. Но напоследок да будет мне разрешено воспользоваться и полузабытым смыслом. Ведь сердце — это не только гнев, спазмы зависти, заходящийся трепет обиды, колющее неудовлетворенного тщеславия. То есть не только то, чего много, чего становится все больше. Но и нечто, как бы это сказать, менее нужное, что ли.

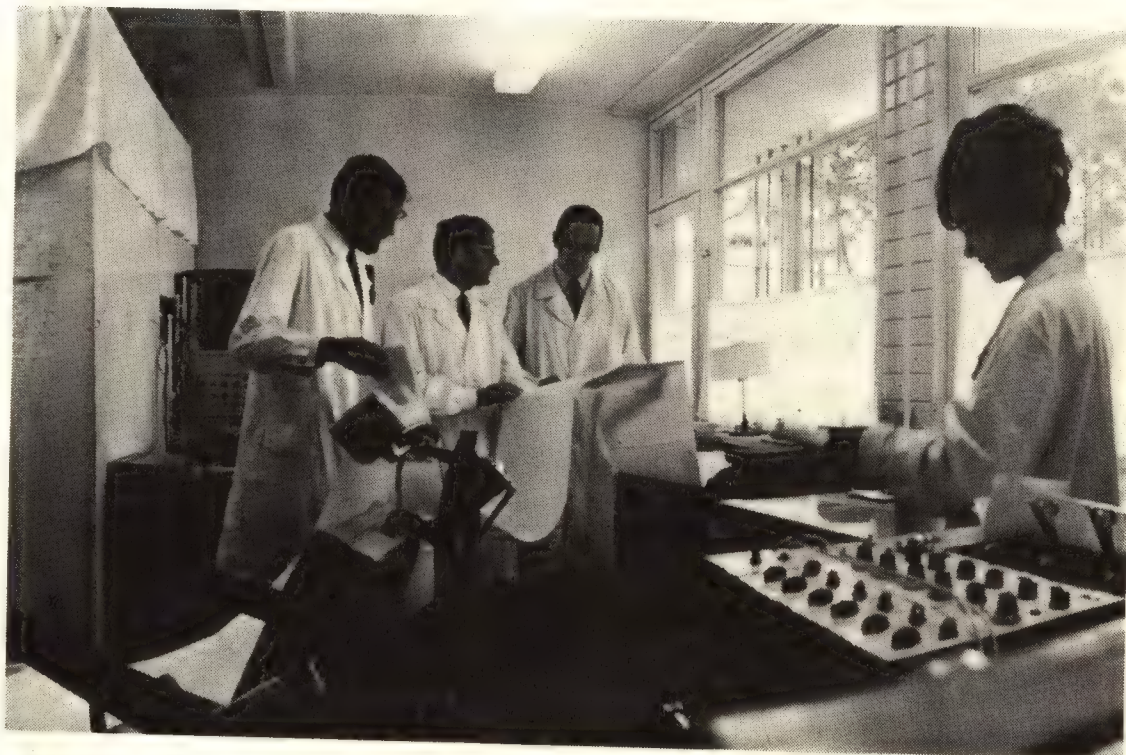
Объясню.

Улица города. Сегодняшнего, большого. На тротуаре лежит человек. Похоже, довольно давно. Заболел? Приступ? Вы смотрите искоса и решаете: пьян. Нет, вы не злой человек, но лежащий лично вам не-

знаком. И легче подумать: «Пьяница, так ему и надо». Легче: «Есть кому ими заниматься», — чем присесть, перевернуть, расстегнуть на нем пиджак и, приложив ухо к груди, послушать, работает ли сердце. Да и, прямо скажем, неловко как-то, крутом идут люди...

Что же, разве и в самом деле меньше остается места для жалости? Непосредственной (присесть, тронуть лежащего), не прошедшей через ум? Меньше места сердцу — в том не совсем современном смысле? Его движениям, сострадательным и прочим порывам?

Это было привилегией врачей — не знаю, завидной ли — не давать воли сердцу. Решать — в ту минуту, когда сердце толкает, делать — надо ли, как, что в первую очередь. Не я первый, конечно, толкую про интеллигентизм, ставший сутью эпохи, про разделение труда, сделавшее до того привычным, что препоручение жалости кому-то (кому положено по службе) уже не кажется невозможным. Собственно,





# РАЗ ЖИЗНИ

я не имею в виду ничего другого, как просто констатировать факт и поставить в связь с другими. И сделать вывод (должно быть, не слишком оригинальный): жизнь меняется. В том, что замечаем, в том, о чем не задумываемся. Меняется с сугубой решительностью и быстротой.

А отсюда недалеко и до второго аспекта, медицинского. Как же к этой меняющейся жизни, изменяющимся требованиям приспосабливается наша биологическая природа? Та самая, что давным-давно (с тех пор, как вышла из-под власти принципа естественного отбора, принципа выживания приспособленных) утратила всякую способность серьезно меняться?

Биология современного человека, его физиология (естественные отправления, работа органов) — это биология и физиология пещерного жителя. И склонности, влечения, именуемые естественными, имеют тот же почтенный возраст.

Заболевшая кошка отправляется на поиски лечебных трав. Перекусила стебелек, с выражением преувеличенной озабоченности жует... Безошибочный инстинкт — так отзывается о происходящем учебник.

С безошибочными инстинктами человека дело обстоит сложнее.

Сели есть. В согласии с поговоркой явился аппетит. Довольно. Надо бы подняться из-за стола. «Поешь, — шепчет инстинкт, — поешь, неизвестно придется ли

поужинать... А теперь ложись. Потому что неплохо отдохнуть, набраться сил, пока никто не тревожит. Что-то завтра, дадут ли поспать?» Это все «мудрость» инстинкта.

И проблема вырисовывается не новая, с каждым десятилетием все более и более обостряющаяся. Мы переделали природу, изменили условия человеческого существования, но ветхий Адам в нас, биологический человек остался в прежней силе и заявляет о себе. Свидетельств тому много.

Каждое десятилетие с начала века приносило нам удвоение сердечно-сосудистых заболеваний. Войны, социальные катаклизмы, эпидемии мешали медицинской статистике быть наглядной, но тенденция — неуклонная — прослеживается, в общем, без труда.

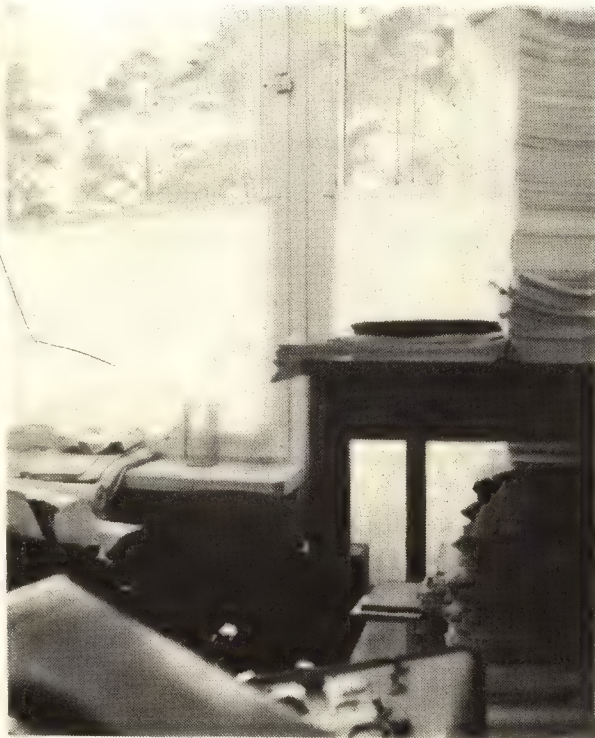
Тенденция не изменилась. Более того, во всех без исключения развитых странах увеличивается смертность молодых, двадцати-, тридцатилетних людей, главным образом мужчин. Причина — болезни сердца и сосудов. Вот каковы они, нынешние дела сердечные.

А теперь, будто тушу кита перевернем, разделим проблему надвое. Условно, разумеется.

Начнем с более привычной стороны. Чтобы сердце было здоровым, оно должно работать. Скучно, известно, знаем — да. И тем не менее. Как заметил один детский поэт в стихотворении про машину: «Отчего болеет кузов? Он не может жить без грузов». Сердце создано для того, чтобы работать, энергично сокращаться, обеспечивая нужды движущегося, неутомимо работающего организма. Иначе не умеет, не приспособлено. Мышечный покой — непривычное состояние для сердца. Сокращающиеся мышцы выжимают кровь и лимфу из мелких сосудов и протоков, гонят застаивающиеся межтканевые жидкости. Помогают сердцу. Работой скелетных мышц создается нужный, привычный сердцу тонус организма. Вероятно, эта работа сопровождается и установлением некоего безразличного для сердца фона в нервной и эндокринной системах.

Ежедневная порция физической нагрузки... Ни обойти, ни обмануть, ни обязать кого-то выполнять за нас. И единственный, повторяю, врачебный совет: как можно раньше. Чтобы вошло в привычку, стало тем, что гигиенисты любили называть «автоматизмом культуры», сделалось одним из элементов усваиваемой ребенком общей культуры. Как чистим зубы, бреемся, ходим в баню или принимаем ванну, так же точно отдаем «кесарю кесарево», платим дань происхождению. Ведь и термин имеется удачный: физическая культура.

Вы, должно быть, заметили: на детях больше не горит одежда. Меховая шубка, шапка, костюмчик. Откуда? Уступили друзья, их мальчик из этого уже вырос. А вещи в приличном виде. И дети толстоваты, двигательны вялы, хотя голова у ино-



Реабилитационный центр в Паланге.



го работает неплохо. Долго не засыпают. Значит, не устали обыкновенной, физической, здоровой усталостью. Не набегались, не накричались. Да ведь, если разобратся, и некогда было устать. Сидели в школе. Сидели за уроками. Сидели у телевизора. Ели — сидели. Читали и рисовали — сидели. Вышли во двор... А вы знаете, что во многих культурных семьях в течение учебного года дети не играют на воздухе и восьмью часов в неделю?

А теперь поговорим о том, про что говорят меньше. Затронем другую сторону, менее ясную.

Ребенок-спортсмен. Девочка. Невысокая, не особенно хорошо сложена. Тонкие, жилистые руки. Акробатка, гимнастка, фигуристка. Впрочем, для меня всего интереснее лицо. Телевизор позволяет увидеть его крупным планом. Решительное, немного скорбное. Присела, отдыхает. Какая-то умудренность в самой позе. Пусть человек я от спорта далекий, склонный, может быть, к преувеличению, но все воспринимающий непредвзято. И тем не менее. Жизнь этой девочки представляется мне не то чтобы невеселой, лишенной радостей, а детской. Плохо ли это? Во всяком случае, с точки зрения медика, плохо, потому что неприродосообразно. Не берусь судить о физических нагрузках, но нагрузки нервные — на вид, на взгляд — чрезмерны. Потому что преждевременны. Ответственность ребенку непосильная. Выдержка, самообладание, воля тоже.

А есть ли предел «нервной выносливости» взрослого?

Наш век называют нервным, веком стрессов. И здесь второй корень проблемы.

Сегодняшний врач чувствует себя много увереннее, чем, скажем, Гиппократ. За ним — научная медицина, диагностическая аппаратура, лекарства. Но вот что касается профилактики... «Здоровому человеку должно вести непостоянный образ жизни: жить то в деревне, то в городе, чаще бывать на лоне природы, охотиться, совершать морские путешествия, иногда предаваться покою; физические упражнения необходимы...» Это говорит Авл Корнелий Цельс, древнеримский ученый-врач.

Вы спросите: разве не гарантирует здоровья постоянство, твердый распорядок (все же регламентированная, устоявшаяся жизнь нам доступней, привычнее)? Режим — отличная вещь. Но не всякий. Лишь выбранный индивидуально, сбалансированный, как хорошая квартира, удобно.

Как видите, перед врачом, который бы взялся учить людей, как жить, не более, много трудностей, проистекающих отнюдь не из недостатка знаний. Как раз знаем мы порядочно и все время узнаем больше. Простой пример. Первобытный человек нервничал, конечно, не меньше современного и как следует, не по пустякам —виду смертельной опасности, голода. И при всем том врачу, которому пришлось практиковать в те времена, едва ли случилось бы столкнуться с сердечно-сосудистой патологией. Не доживали до инфаркта? Дело не только в этом. Причина скорее иная.

Недаром все народы искали душу человека в груди. Малейшая неприятность, опасность — сердце откликается тотчас. Тотчас в кровь поступают вещества-мобилизаторы, объявляется высшая готовность: человек становится сильнее. Опасность миновала, человек победил или спасся. А что же сильнодействующие средства в его крови? Само собой, расщеплены, химически нейтрализованы, лишены действительности другими веществами, переходящими в кровь при усиленной мышечной работе.

Нет работы — нет нейтрализации, организм продолжает работать в экстренном, на износ, режиме, хотя надобности в этом нет никакой.

И хотя, конечно, случалось нашему предку и затаиваться и пережидать грозу, но, видно, нечасто. Поэтому и нам достался только один механизм нейтрализации, предполагающий, чтобы стресс, мобилизация организма разрешались мышечной работой.

Знаем. А что делать с этим знанием? Как вывести отсюда практический совет?

Другая ситуация. Вагон метро, час «пик». Стиснутый толпой, человек читает. Срабатывает в нем что-нибудь в этой ситуации? Да. Потому что человек для человека, пользуясь научным языком, — сильнейший раздражитель. Там, где требуется умственное сосредоточение, обдумывание, то есть использование способностей филогенетически «молодых», присутствие других людей — помеха. И невольные, незамечаемые самим человеком попытки отстраниться от помех, уединиться (буквально или мысленно). И усилие, затрата того, что мы называем нервной энергией, приплюсовываемые к другим видам нервной нагрузки, и, замечу, перегрузки. А за этим на втором плане сердце. Это его дергают и сбивают с толку теснота, людность нашей жизни.

Вы знаете о том, что человек, чья, скажем, служебная деятельность протекает в отдельном кабинете, работает производительнее и меньше устает, чем тот, кто трудится в общем помещении. Принципы проектирования конторских залов достались нам от времен, когда главным признавалось удобство надзора за подчиненными со стороны старшего. Изменилось многое, возымели силу идеи нормирования, оценки по результату, а внешний вид наших учреждений, «присутственных мест», исследовательских институтов во многом тот же. И кабинет мы понимаем прежде всего как важнейший элемент престижа. А о кабинете как условии сосредоточенной умственной работы почти не вспоминаем. И вот не умеющий думать на людях человек на работе курит, а после, дома, работает, несвежею головой пытается сообразать, ищет идеи, которые понесет завтра в свое конструкторское бюро. Думаю, все сказанное имеет самое прямое отношение к теме разговора.

Рекомендации врачей, когда они не узкоспециальны, отличаются часто досадной особенностью — оторванностью от жизни.



Не хотел бы, чтобы то, что говорю, служило подтверждением этому наблюдению.

«Старайтесь не волноваться»... Но ведь «истинно спокоен (по замечанию Герцена) человек, принадлежащий зоологии». Или, наконец, пользуясь его же выражением, уже «зачисленный по химии».

Я, например, коллекционирую советы толковые, обнаруживающие знание жизни, удобоисполнимые. Вот, к примеру, такая находка на все времена. Пишет знаменитый немецкий врач Гризингер Роберту Майеру, врачу же, создателю закона превращения энергии. В 1844 году. «Я ведь знаю, что значит иметь мысли, не быть в состоянии освободиться от них, предвидеть в отдаленном будущем реализацию их преобразовательного потенциала. Знаю и то, что есть только одно средство: поскорей отпечатать их в виде статьи или брошюры. Это настоящий рефлекторный акт психического порядка. Так освобождается человек от внутреннего напряжения, так творил Гете, так работали все, у кого есть собственные идеи». За прошедшие сто с лишним лет процедура напечатания статьи, пожалуй, мягко говоря, несколько усложнилась. Как быть? Применяться советами к обстоятельствам. Недавно один мой коллега велел пациенту, ощущавшему нехватку положительных эмоций, прибить гвоздиком к столу свою единственную печатную работу. Чтобы, так сказать, почаще падал на нее взгляд, почаще радовалось при виде ее сердце.

Однако на шутку сводить эту тему не стоит... Самое время перейти к нашему, каунасскому эксперименту.

Почему Всемирная организация здравоохранения избрала местом привлекающего всеобщее внимание «кардиологического эксперимента» наш город? Выбор пал на Каунас прежде всего потому, что он является собой образчик сравнительно небольшого города. В то же время мы располагаем неплохо поставленной в общегородском масштабе кардиологической службой, базой для научных исследований. В городе — медицинский институт с хорошими традициями, при институте — исследовательские подразделения. Крупными силами располагает Каунасская республиканская больница, в частности ее кардиохирургический центр.

О программе исследований, ведущихся в Каунасе, не раз рассказывалось в печати. Мне не хотелось бы повторяться. Поэтому, пояснив главное, коснусь деталей, особо значимых именно в контексте нашего разговора.

Итак, задачи программы. Прежде всего определение факторов риска. Иными словами, выяснение основных причин сердечно-сосудистых заболеваний, применительно к жителю средних размеров города в том или ином районе земной шара. Эти причины (факторы) надо расположить в порядке значимости, или, как мы говорим, отранжировать. Затем добавить к ним разные условия и обстоятельства, не столь важные, но все же влияющие на развитие болезни.

Это первое.

Второе — опробование стратегий лечения, выработка рекомендаций, касающихся организации кардиологической помощи на всех ее этапах: от профилактики, ранней диаг-

Академик АМН СССР З. И. Янушкевичус рассказывает гостям из Румынии о кардиологической службе в г. Каунасе.





ности до реабилитации — возвращения в строй выздоровевших, перенесших болезнь.

Вся эта работа, конечно, дает в распоряжение ученых материал, позволяющий судить, каков он, типичный для сегодняшнего горожанина образ жизни. Появляется возможность делать определенные выводы, опирающиеся на цифровые данные, наблюдения.

Начну по обыкновению с примера.

Мужчины в возрасте за сорок (точнее, от 45 до 60) заболевают инфарктом в пять раз чаще, чем женщины. Впрочем, эти данные еще предстоит уточнить. Если добавит сюда предынфарктные состояния и случаи, когда инфаркт протекает без клинических симптомов и диагностируется на основании изменений в электрокардиограмме, цифру придется увеличить: не в пять раз чаще, а в семь.

В чем причина подобной несправедливости, или, держась ближе к нашей теме, чем же так разительно отличается жизнь мужчины и женщины в этом возрасте?

По данным французских кардиологов, между восемнадцатью и тридцатью пятью курит и сравнительно часто употребляет спиртное каждая вторая француженка. После 35 в «заблуждениях молодости» упорствует лишь одна из семи-восьми. Что касается мужчин, то пьют и курят они лет до 60—65, то есть покидают вредные привычки с опозданием.

Нечто подобное мы видим и у себя. Однако к этому надо еще кое-что добавить.

В сорок лет женщина обыкновенно утомилась: семья, возможный комфорт, перспектива пенсии, заботы о том, как определятся в жизни дети. В ее сердце, на взгляд врача, в этом возрасте больше покоя, тишины, терпения, чем в мужском. Процесс изменения самосознания, переориентации интересов идет быстро, укладываясь в десятилетие-полтора.

С мужчинами не то. Мужчина спохватывается. Идет против природы (возраста), игнорирует их с отчаянностью, пожалуй, редкой у женщин, наворачивает. Тридцатипятилетняя женщина произнесет (не без кокетства, положим): «Мне с этим уже не справиться». Тридцатипятилетний мужчина не склонен считать, будто ему что-то уже не по силам.

Между тем для человека, не следившего за собой, отвыкшего от физических и волевых нагрузок, тридцать пять лет — возраст далеко не юношеский. Вспомним, что несколько тысяч лет назад, за сто—сто пятьдесят поколений до нас, большинство людей до этих лет попросту не доживало.

В сорок лет тщеславие, обиды, зависть (как и честолюбие и прочие движения души из числа благородных) стучатся в сердце мужчины с силой, неведомой двадцатилетним. Мужчина на финишной прямой. И здесь-то, как на всякой длинной дистанции, сказывается недостаток тренированности. Чтобы переносить волнение, ровно стучать на утро после бессонной ночи, сердце должно быть здоровым. К сожалению, форсаж, «взрыв в середине жизни» часто оказываются не обеспеченными с

этой стороны. Инфаркт — удар, которым природа ставит на место человека, забывшего свои возможности, не позаботившегося их точно узнать и, может быть, расширить...

Так что же, как, кому советовать?

Прежде всего надо установить, кто всех настоятельней нуждается в совете. Выявить, так сказать, кандидатов на койку в инфарктом отделении. Это значит — надо проверить сердце каждого саунса. Обнаружить наметившуюся патологию возможно раньше.

Мы это сделали.

Электрокардиографические данные, касающиеся примерно трехсот показателей сердечной деятельности, вводятся в лучшую в городе ЭВМ. По известной программе, руководствуясь заданными ей правилами, критериями, машина пересматривает эти данные, показатель за показателем отмечает отклонения от нормы, оценивает их по своей шкале как «подозрительные» или «пока неясные», взвешивает, определяет значимость... Суммирует баллы, набранные исследуемым сердцем по каждому из показателей, и в зависимости от полученного результата решает: надо ли «заняться этим человеком серьезнее», надо ли «показать человека врачу»... Есть программы посложней. Следуя им, производя операцию за операцией (в сущности, это операции сравнения, обычное вычитание с последующей подстановкой данных в формулу), машина ставит диагноз. Точный. Во всяком случае, в меру опытности врачей, которые программе составляют. Ну, а поскольку машина «осматривает» нас ежегодно, то уже через несколько лет на место нормы статистической, ставит индивидуальную. Про врача мы бы тут сказали: осмыслил историю болезни пациента, подошел индивидуально...

«Вас хочет видеть ЭВМ» — так, по предложению психолога А. Гоштаутаса, началось приглашение, полученное в свое время каждым мужчиной средних лет Каунаса. Пришли, как и ожидалось, не все. Но в конце концов в память машины попали данные каждого каунаса. Интересно вот что: среди упорных, уверенных в себе, сверхзанятых людей потенциально больных, стоящих на грани болезни, оказалось не меньше, чем среди сознательных, согласившихся на осмотр сразу же. Разумеется, никаких моральных оценок не будет. И экономические критерии здесь малоподходящи, хотя ясно: предупредить такую болезнь, как инфаркт, выгоднее, дешевле, чем лечить.

Успехи нашего обследования значительны, но еще значительнее ожидания. Хороших, впечатляющих результатов мы ждем от будущего, которое, как известно, складывается сегодня.

Надежды на будущее связываю не только с прогрессом лечебных мероприятий, но в первую очередь с прогрессом профилактики. Профилактики вообще, в широком смысле, под которой надо понимать пропаганду здорового, разумного образа жизни. Тут важен пример врача, полезны



реклама, всевозможные кампании, пытающиеся превратить здоровый образ жизни в модный. И профилактики в узком смысле, в частности: ставить диагноз, когда болезней еще нет, загода взвешивать шансы того или иного человека оказаться на больничной койке. Вовремя приходиться на помощь — советом, предложением изменить образ жизни. То, что мы делаем в Каунасе, доказывает осуществимость этой идеи.

У кого больше шансов заболеть, у человека уравновешенного или вспыльчивого, принципиального или конформиста? Из общих соображений ответа не выведешь, и занятия в кардиологическом эксперименте психологи решили разрабатывать тест.

Подход довольно прост. Прежде всего составляется реестр человеческих свойств: утризм, замкнут, общителен, беспечен, мнитель, обидчив... Из практики психологи знают, что слишком тонкие оттенки тут не нужны: в общем, достаточно разложить нас на десять — пятнадцать «полочек», так, разумеется, чтобы на каждой очутились более или менее самостоятельные наши черты. И, конечно, имеющие значение, способствующие болезни, предрасполагающие к ней, либо, напротив, противодействующие ее развитию, делающие ее маловероятной.

Итак, реестр черт характера. Перечень черт. Их надо отразжировать — установить «вес» каждой, относительную значимость, как сказал бы математик, определить тесноту связи каждой из черт с болезнью. Или еще проще: надо посмотреть, какие черты чаще других встречаются у сердечно-сосудистых больных. Найти черты, присутствующие всегда, почти всегда, в половине случаев.

Положим, нашли: «тревожность», «болезненное самолюбие». И с не меньшей частотой: «крайнее легкомыслие», «неумеренность во всем». Это равноопасные черты. Присвоим каждой высшую категорию значимости. Будем их принимать во внимание в первую очередь.

Дальше — черты побезобиднее. Суммируем по категориям. Простое сложение факторов риска. Для первой ориентировки достаточно.

Процедуру можно усложнить, подход станет дифференцированнее. Для каждой черты — шкалу. И оценку в баллах. Скажем, легкомыслие: выражено сильно, слабо или средне.

Затем введем коэффициенты: сумму по этим показателям (оценка по легкомыслию плюс оценка по самолюбию) будем еще умножать на некую выражающую возрастной риск величину.

В конце концов получается формула. Формула болезни. Точнее, предрасположенности к ней.

Подставим в формулу значения и получим выраженную цифрой оценку риска. То есть узнаем, как велика вероятность того, что данный человек заболеет.

Прием обследования такой. Сформулированы вопросы, отвечая на которые человек обнаруживает наличие в его душевном складе данной черты, скажем, того же са-

молюбия. Ответы на вопросы лаконичны: только «да» или «нет».

Чтобы человек был откровенен, вопросы ставятся не в лоб. «Любите ли вы домашних животных?» «Да», — отвечает человек. О чем это говорит? Нам — о том, что человек улавливает ситуацию, не привык «выбегать из ряда», противоречить принятому. Ведь общее мнение: животных надо любить.

Конечно, ошибка возможна: может, и правда — любит. Хорошо. Во-первых, любить то, что любят все, то, что принято, и означает: обладать симпатичной чертой, наличие которой устанавливал вопрос. А, во-вторых, вопросов не один, не два — больше, каждый выверен. Остроуправленность, пригодность каждого подтверждена. Так что выводам можно верить.

Окончательно тест проверяется на практике. На вопросы предлагают ответить разным людям: здоровым (это первая группа) и сердечно-сосудистым больным (вторая). Если ответы представителей той и другой группы отличаются, и заметно, тест работает, все в порядке. Мы же лишний раз убеждаемся, что здоровый сорокалетний горожанин и его сверстник с наметившейся сердечно-сосудистой патологией — это люди в психологическом плане не совсем одинаковые.

Впрочем, возможна еще одна проверка. Уж в самом деле репающая.

Через тест пропускают, по выражению психологов, тысячу горожан, осмотренных врачом, практически здоровых. Тест разделяет их на две группы: на тех, кому заболеть суждено, и на всех остальных, кому это не грозит. Ждем пять — десять лет. Если прогноз сбывается, у нас в руках мощный, оперативный способ выделения среди горожан лиц, остро нуждающихся в консультации, стоящих перед необходимостью сменить образ жизни.

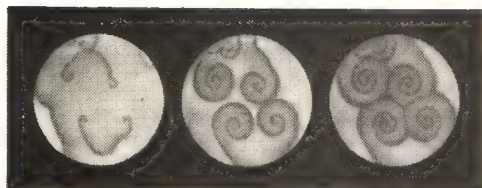
Вчерне наш, каунасский, тест готов. За многими внешне легонькими вопросами — труд, труд и труд.

Но вот люди отвечали на вопросы. Тип склонных к болезни, предрасположенных, готовых заболеть выделен. Теперь наступает время для бесед, советов... Давать советы мы научили ЭВМ, раз уж знакомится с человеком, относит к определенному типу она сама. Конечно, и совет она дает типовой. Ну, а там, где потрудней, где нужны не ее быстрое действие и уверенность, а такт, находчивость, терпение, сердечность, у нас в Каунасе поступают так. Психолог собирает людей сходного темперамента в группы человек по семь-восемь и учит их правильно дышать, сбрасывать напряжение. Учит смеяться... Да-да, смеяться — не все это умеют. Так, что, если врач слышит из кабинета психолога смех, то знает: смеются те, кому, пожалуй, не стать его пациентами.

Вел беседу М. СИНЕЛЬНИКОВ,  
специальный корреспондент  
журнала «Наука и жизнь».

Каунас — Москва.





## ЭТИ УДИВИТЕЛЬНЫЕ ВОЛНЫ В АКТИВНОЙ СРЕДЕ

Р. СВОРЕНЬ,  
специальный корреспондент журнала  
«Наука и жизнь».

По совершенно гладкой поверхности налитой в блюдце воды вдруг ни с того ни с сего пошла мелкая рябь, будто откуда-то дунул на воду человек-невидимка. А потом в воде, опять-таки без видимых причин, появились какие-то загадочные бурлящие точки и от них во все стороны кругами побежали волны. На каком-то участке волны почему-то стали спиральными и на поверхности воды закрутились, заиграли спиралевидные вихри... Не правда ли, фантастическая картина — сама по себе ожившая бесстрастная жидкость? Но оказывается, что есть среды, в которых такие самопроизвольные волновые процессы действительно возможны. Именно самопроизвольные, без каких-либо внешних извне. Яркие разноцветные волны бегут по некоторым химическим растворам, сложные спиралевидные электрохимические волны зарождаются в больном сердце, волновые движения увлекают вдруг колонии микроорганизмов. Какова природа подобных загадочных явлений? Чтобы ответить на этот вопрос, придется начать издалека.

Вы тронули гитарную струну — она начала вибрировать и тихим своим голосом призывает обратить внимание на физические процессы, которые смогли оживить металлическую нить. Процессы эти объединены названием «Колебания», они демонстрируют великолепные возможности природной автоматки и дают повод серьезно задуматься об устройстве нашего мира.

Мы привыкли главным образом к монотонному, однонаправленному течению физических процессов, к их, так сказать, инертности, безынициативности. К тому, что камень летит туда, куда его кинули, снег лежит на месте, пока не растает, вода льется только сверху вниз. Словом, привыкли к тому, что «каждое тело стремится сохранить...» и т. д.

И вот вам, пожалуйста — добравшись до какого-то крайнего своего положения, струна сама по себе поворачивает в обратную сторону. Сама по себе! Затем, изогнувшись уже в другую сторону, вновь сама по себе поворачивает обратно. И так непрерывно, безостановочно — туда-обратно. С неизменной частотой, по строгому расписанию — туда-обратно, туда-обратно...

Существует огромное множество самых разных, как принято их называть, колебательных систем, то есть систем, где возможен этот удивительный вид движений «туда-обратно». В школьных учебниках мы раньше других встречаем маятник, это он помогает нам понять анатомию колебаний. Точнее, их физиологию.

Не будем восстанавливать подробности, вспомним лишь, что колебания — это во многих случаях процесс обмена энергией между двумя ее накопителями, поочередное перекачивание энергии из одного накопителя в другой. Причем нужна не просто какая-нибудь пара случайно встретившихся накопителей энергии, скажем, бензобак и пружина. Нужна пара накопителей, связанных друг с другом, влияющих друг на друга некоторым особым способом. Маятник, поднимаясь на высоту, накапливает потенциальную энергию, разгоняясь, — кинетическую. Особый способ связи у этой пары «подъем — движение» в том и состоит, что когда первый накопитель отдает энергию (маятник снижается, потенциальная энергия уменьшается), то второй ее подбирает (маятник набирает скорость, кинетическая энергия растет), а когда второй накопитель отдает энергию (скорость уменьшается), ее собирает первый (подъем маятника).

В колебательных системах могут работать разные пары накопителей, и процесс колебаний может иметь различную природу. У струны или у линейки, зажатой в тиски, работает пара накопителей «упругость — масса». У популярного в радиотехнике колебательного контура действует пара «емкость — индуктивность», и энергия поочередно накапливается в электрическом или магнитном поле. Известны колебания гидравлические, акустические, электрохимические. Сложные колебательные процессы могут возникать при горении топлива, в солевом растворе с участками разной плотности (см. статью «Большая ложка природы», «Наука и жизнь» № 4, 1978 г.), в термоядерных реакциях на Солнце или других звездах, колебательными процессами в атмосфере сопровождается формирование погоды, колебания наблюдаются в мире атомов и молекул.

Интересные формы колебаний можно заметить, исследуя жизнь растений и животных. Достаточно вспомнить известную математическую модель, в которой есть зайцы, лисы и зеленая трава, причем вся эта система, так сказать, работает в колебательном режиме: то растет число лисец и уменьшается число зайцев, то, наоборот, лисец становится меньше, зайцев — больше. А теперь шутка, но со значением — чрезвычайную распространенность колебательных процессов можно подтвердить примерами из собственной жизни, вспомнив, в частности, как перекачивается ваше мнение из «нет» в «да» и обратно, когда вы в колебательном режиме решаете вопрос о покупке новой шляпы или чтении журнальной статьи с интригующим заголовком.

Существует огромное множество колебательных систем, но до самых последних лет не были известны чисто химические колеба-



ния. То есть процесс, в котором вещество А превращается в вещество В, затем реакция сама по себе поворачивает в обратную сторону, вещество В превращается в А, потом еще один поворот — и снова превращение А в В и так далее. Правда, уже давно наблюдались колебательные процессы, такие, скажем, как пульсация пламени, в которых важную роль играли химические превращения. Но чисто химические колебания, то есть самопроизвольные периодические изменения концентраций веществ А и В «туда-обратно» в совершенно однородной, как принято говорить, гомогенной среде, не получались. Более того, довольно легко доказывалось, что такие колебания невозможны. Принципиально невозможны.

Очевидно, поэтому лет двадцать назад было встречено, прямо говоря, с недоверием сообщение московского химика Бориса Павловича Белоусова о том, что им получена «периодически действующая химическая реакция». Химические колебания, возникающие в растворе, не нужно было выявлять тонкими приборами — раствор в пробирке периодически менял свой цвет, сигналивая таким образом внешнему миру о том, что химический маятник качается.

Столь очевидный колебательный процесс, очевидный в самом прямом смысле слова, нельзя было не признать. Сомнения скорее всего касались того, насколько это чисто химический процесс. Насколько однородна, гомогенна среда, в которой идут реакции, не применяются ли к химическим реакциям какие-либо иные процессы — ведь известно же, что чисто химические колебания невозможны. В то время гипнотизирующее действие этого утверждения, как мы сейчас понимаем, ошибочного, оказалось настолько сильным, что сообщение об открытии химических колебаний не было напечатано ни одним научным химическим журналом. Его решилось опубликовать издание, весьма косвенно связанное с химической тематикой, а именно «Сборник рефератов по радиационной медицине».

Признание пришло через несколько лет после того, как аспирант Института биофизики АН СССР Анатолий Жаботинский по рекомендации своего руководителя С. Э. Шноля нашел и тщательно исследовал ряд аналогичных колебательных химических реакций. В том числе такие, по поводу которых уже не было сомнений — реакции идут в гомогенном растворе, процесс чисто химический. Вскоре открытие химического маятника стало сенсацией международного класса. К началу семидесятых годов подробные описания колебательных реакций, открытых советскими учеными, обошли крупнейшие научные журналы мира, и за ними укрепилось название реакций Белоусова — Жаботинского. Но к тому времени в Институте биофизики исследования химических колебаний уже шли по иному направлению.

Так получалось, что в хронологическом списке замеченных человеком колебательных процессов химические колебания оказались едва ли не последними. Но зато, по сути дела, с них начался список открытых явлений нового класса — автоволновых. Что-

бы пояснить сущность этого термина, предложенного в свое время академиком Р. В. Хохловым, нужно сказать о том, что колебания могут различаться еще и самым своим характером, ходом процесса. Одинокий маятник или гитарная струна демонстрируют нам пример свободных колебаний — по мере того, как расходуется первоначальный запас энергии, в частности на борьбу с трением или сопротивлением воздуха, колебания эти затухают и, наконец, вовсе прекращаются. Совсем другое дело маятник в часах — ему каждый раз передается порция энергии из личных запасов заведенной пружины или поднятой на высоту гири. Эта помощь компенсирует потери энергии, и колебания уже не затухают, как принято говорить, становятся незатухающими. Сами же часы по принятой терминологии — это генератор незатухающих колебаний, или, иначе, генератор автоколебаний, или, еще иначе, автогенератор.

Итак, автогенератор — система, где незатухающие колебания создаются за счет энергии внешнего источника. Часы — механический автогенератор. Огромное многообразие автогенераторов используется в радиоэлектронике, они создают меняющийся ток и напряжение, потребляя, например, энергию батареек. В известных примерах химических колебаний тоже работает автогенератор — вещества А и В поочередно превращаются друг в друга за счет энергии, запасенной в третьем веществе С, которое тоже входит в раствор.

Завершая это ультракороткое знакомство с автогенераторами, нужно отметить, что они могут быть разными по принципу действия и выдавать самую разную продукцию. Автогенератор с маятником или с колебательным контуром (конденсатор и катушка) создает колебания, график которых близок к синусоиде. В каждом телевизоре работают два генератора — строчной и кадровой развертки, — дающие пилобразный ток: он медленно нарастает и резко прекращается. В электронных схемах часто встречается мультивибратор: он поочередно посылает импульсы тока по двум разным направлениям. К автогенераторам, хотя и с некоторой натяжкой, можно причислить и ждущий мультивибратор — под действием слабого электрического сигнала он выдает мощный импульс тока и затем замирает, ждет следующей команды. Подобный режим, кстати, характерен и для многих нервных клеток-автогенераторов: под действием внешнего сигнала они возбуждаются и выдают электрический импульс, а затем ждут следующего сигнала.

Раствор, где происходят химические колебания, — это бессчетное множество микроскопических автогенераторов, слившихся в единый непрерывный автогенератор. Это и есть активная, или, как ее иначе называют, возбудимая среда. В зависимости от типа химических реакций сами микрогенераторы активной среды могут работать в разных режимах, в частности в режиме мультивибратора (поочередно растет концентрация веществ А и В) или ждущего мультивибратора (по внешнему сигналу концентрация ве-



щества А растет, а потом приходит в норму, определенным образом воздействуя на соседние участки раствора, на соседние микрогенераторы. При этом колебания могут волнами расходиться в пространстве, превращаясь в единый, как мы сейчас говорим, автоволновой процесс. Волны химических колебаний хорошо видны, если раствор, в котором создан химический маятник, вылит в плоскую чашку (см. фото на стр. 62 и первой странице обложки). Характер распространения этих волн, их форма, интенсивность, скорость движения, расстояние между «гребнями» — все это сложным образом взаимосвязано и в то же время связано с ходом самих химических процессов. Это не круги, которые расходятся по сонной, инертной воде от брошенного камушка. Это волна в активной среде, в массиве автогенераторов, каждый из них может внести вклад в развитие волнового процесса.

Химические автоволновые процессы были открыты и исследованы доктором физико-математических наук А. М. Жаботинским и кандидатом физико-математических наук А. Н. Заикиным, полученные ими результаты зарегистрированы как открытие.

Открытие нового класса природных явлений — событие само по себе знаменательное. В данном же случае оно имело еще и некоторое особое значение — был открыт доступный для экспериментов реальный процесс, которым уже много лет интересовались теоретики. История вопроса восходит к тем временам, когда зарождалась кибернетика и Норберт Винер сделал первую попытку математического описания автоволновых процессов в сердце. Миллиарды сердечных клеток — это своего рода взаимосвязанные ждущие мультивибраторы, по ним 50—70 раз в минуту распространяется волна возбуждения, начало которой дает командный пункт — синусный узел.

Впоследствии несколько раз еще вспыхивал интерес к математической модели сердца, ею занимались многие известные исследователи, в том числе и в нашей стране. Немало лет отдала этой проблеме теоретики из Института биофизики — член-корреспондент Академии наук Г. Р. Иванецкий и доктор физико-математических наук В. И. Кринский. Имн получены важные результаты, позволяющие многое понять в работе нашего уникального живого насоса. И вот что интересно: проверить теорию и подтвердить ее экспериментально помогли химические автоволновые процессы, открытые в соседней лаборатории. Теория объяснила некоторые особенности этих удивительных волн, возникающих в активных средах, и предсказала ряд новых явлений, обнаруженных позже. Таких, например, как появление в растворе ведущих центров — точечных химических маятников, которые диктуют окружающей среде свой ритм. Или такого интересного явления, как спиральные волны, которые возникают и размножаются при разрыве фронта бегущей волны.

Теория автоволновых процессов, впервые подкрепленная массой тонких и точных экспериментов, сумела в деталях объяснить

роль этих процессов в трагических нарушениях работы сердца, таких, в частности, как пароксизмальная тахикардия (временный сбой нормального ритма) и фибрилляция (частая хаотическая пульсация). Было показано: фибрилляция появляется из-за того, что биохимические сдвиги создают неоднородности в массе сердечных клеток, на сердце обрушивается хаос бесчисленных спиральных волн, и оно перестает подчиняться своему главному дирижеру — синусному узлу, отбивающему нужный ритм. Появление спиральных волн в сердце в дальнейшем подтвердилось в экспериментах с применением микроэлектродной техники. Понимание тонких механизмов фибрилляции помогает в поисках лекарств, которые смогли бы приостановить этот опасный процесс, что, конечно, чрезвычайно важно — почти каждый второй трагический исход при инфаркте миокарда вызывается фибрилляцией.

Волны в пассивных средах — в воздухе и металле, в воде и земной коре — известны многие тысячелетия. И наука уже сделала много записей в реестре изученных пассивных волновых процессов, причем как в графе «Хорошо», так и в графе «Плохо». Здесь разрушительная взрывающая волна и свет, рентген и радио, грозные цунами и звук, основа человеческой коммуникации.

Волны в активных средах изучаются совсем недавно, и активных волновых процессов выявлено пока не очень много. Но уже и их хочется разделить на две группы — на волны разрушения и созидания. Пример первых — фибрилляция. Пример созидательной волны в активной среде можно увидеть в одном удивительном эксперименте, который в последнее время бурно обсуждается на научных конференциях. События развиваются в среде, где проживают разрозненные, не связанные друг с другом одноклеточные — амебы «Диктиостелум дискондеум». В среде создают неблагоприятные условия, что вызывает у амебы биохимические сдвиги. По суспензии микроорганизмов, как по активной среде, движутся волны биохимических реакций, возникают определенные пространственные структуры, и в итоге колония амеб-единиц превращается в сложную, многоклеточную организм. Многие специалисты считают, что подобные волны в активной среде играют важную роль в развитии любого многоклеточного организма. И что именно такие волны были важной деталью загадочного пока механизма эволюции, который с непонятной настойчивостью усложнял химические и биологические структуры.

Выполненные советскими биофизиками теоретические исследования привлекли внимание специалистов разных научных направлений. Найденные закономерности уже используются, чтобы выявить и объяснить волновые процессы в самых различных активных средах — в нервных сетях, в мышцах и мозге, в активном теле лазера, полупроводниковых приборах и химических реакторах, при образовании многоклеточных организмов и распространении эпидемий. Список этот будет разрастаться: наш мир, к счастью, устроен так, что самые разные, казалось бы, явления развиваются по единому типовому сценарию, подчиняются некоторым общим законам. И если удастся выявить такой общий закон, то можно не сомневаться — в конкретных примерах его применения недостатка не будет.



# ЗАКОН ОТКЛОНЕНИЯ ГОМЕОСТАЗА

Если стабильность внутренней среды — обязательное условие свободной жизни организма, то неперменным условием развития организма является запрограммированное нарушение стабильности. Соответственно наряду с законом постоянства внутренней среды существует закон отклонения гомеостаза.

Доктор медицинских наук В. ДИЛЬМАН.

Организм может существовать, если постоянство состава его тела (состав внутренней среды организма) поддерживается в определенных, довольно узких пределах.

Это положение — сущность закона постоянства внутренней среды. Действительно, в норме величина артериального давления, концентрация в крови сахара, жира, холестерина и другие показатели колеблются весьма незначительно. Напротив, любое стойкое отклонение от нормальных пределов говорит о болезни: стойкое повышение артериального давления рассматривается как гипертония, сахара крови — как сахарный диабет, холестерина и жира (триглицеридов) как фактор риска атеросклероза. А коль скоро постоянство внутренней среды, или гомеостаз (так назвал это фундаментальное свойство выдающийся физиолог Уолтер Кеннон), должно столь строго охраняться, то должны существовать и специальные механизмы поддержания гомеостаза. У одноклеточных организмов уже в силу ограниченных возможностей их строения такие механизмы не могут быть достаточно эффективными. Поэтому-то смерть от внешних причин встала непреодолимым препятствием на пути к теоретически вечной жизни одноклеточных организмов<sup>1</sup>.

Чтобы обеспечить постоянство внутренней среды и тем самым сделать организм в определенной степени независимым от внешней среды, должны были возникнуть какие-то приспособления и механизмы, должна была возникнуть специализация органов тела.

Но как ни специализированы функции у высших организмов, они обладают свойствами, присущими всем живым существам — от бактерий до человека. Действительно: какие свойства отличают живую систему от неживой? Способность живых систем к размножению, к приспособлению — адаптации, регулированию потока энергии. (Иными словами, к регулированию обмена ве-

ществ.) А чтобы эти свойства проявлялись в организме, нужна определенная структурная организация. И в каждом сложном организме существует энергетический, адаптационный и репродуктивный гомеостат, то есть специализированные системы, регулирующие эти основные свойства организма. Главный регулятор этих трех функций у высших организмов — гипоталамус.

Гипоталамус, гибрид нервной и эндокринной системы, — чудо природы. С одной стороны, гипоталамус — типичная нервная ткань, состоящая из нейронов, которые посредством многочисленных волокон связаны со всеми отделами нервной системы. Поэтому все, что знает нервная система о внешнем и о внутреннем мире организма, она передает в гипоталамус.

В гипоталамусе и прилегающих к нему отделах мозга — ретикулярной формации — находятся центр сна и центр, контролирующей эмоции. В гипоталамусе расположены центры аппетита, теплопродукции и теплорегуляции. Многие исследователи считают, что в гипоталамусе есть структуры, связанные с регуляцией удовольствия или наслаждения (центр наслаждения).

С другой стороны, гипоталамус — типичная эндокринная железа, выделяющая гормоны, которые определяют деятельность гипофиза, железы — регулятора многих отделов эндокринной системы. В частности, гипоталамус через гипофиз регулирует рост тела, деятельность щитовидной железы, надпочечников, функцию молочной железы. Кроме того, гипоталамус направляет свои гормоны и в отдаленные области тела, где эти гормоны самостоятельно выполняют регуляторную роль. Итак, гипоталамус осуществляет взаимосвязь между внешним и внутренним миром организма. И поэтому можно сказать, что именно гипоталамус — конкретное место стыковки двух миров.

В целом гипоталамус работает, как любое устройство по поддержанию стабильности в такого рода системах, как, например, термостат. В таких системах регуляция строится по правилам кибернетики.

<sup>1</sup> См. В. Дильман. «Загадки живой природы». «Наука и жизнь» № 11, 1979.

В частности, в термостате есть регулятор-реле — кибернетический аналог гипоталамуса. Второй компонент термостата — нагревательный элемент, который может включаться и выключаться сигналами, идущими от реле. Это кибернетический аналог рабочей (эндокринной) железы, вырабатывающей свой продукт — гормон. Когда температура в рабочей камере термостата возрастет сверх установленной меры, столбик ртути в реле поднимается до уровня, при котором тепловой элемент выключается. Но постепенно температура в рабочей камере снижается, столбик ртути в реле падает, и тепловой элемент включается. Температура в тепловой камере снова повышается и т. д. Так в термостате обеспечивается постоянная температура.

Как известно, стабильность в любой саморегулирующей системе поддерживается благодаря механизму отрицательной обратной связи. Например, когда в крови снижается концентрация рабочего гормона, то снижается и тормозящее влияние, которое оказывает этот гормон на свой регулятор — гипоталамус. Поэтому гипоталамус начинает посылать к соответствующей эндокринной железе свой гормон — стимулятор, который усиливает ее деятельность. Но вот концентрация рабочего гормона возрастает до нормы, и он теперь снижает, тормозит активность гипоталамуса. В результате меньше вырабатывается гипоталамического гормона — стимулятора, а это значит, что активность рабочей эндокринной железы падает. Торможение гипоталамуса прекратится лишь тогда, когда снова уменьшится в крови уровень рабочего гормона. Так поддерживается равновесие: и недостаток рабочего гормона, так же как и избыток его, устраняется.

Приведенное здесь взаимоотношение — типичный пример механизма отрицательной обратной связи. В этом кибернетическом понятии слово «отрицательный» обозначает, что регулятор тормозится действием периферического сигнала — в данном случае рабочего гормона, тогда как снятие «отрицательного», тормозящего влияния приводит к стимуляции периферического звена системы — рабочей эндокринной железы. В этом и состоит внутренний смысл, суть механизма обратной, то есть взаимной, связи. Такой принцип саморегуляции пригоден для того, чтобы сохранять стабильность в деятельности системы, то есть пригоден для реализации закона постоянства внутренней среды организма. Вместе с тем принцип стабильности, охраняемый законом постоянства гомеостаза, совершенно непригоден для выполнения программы развития организма.

Вспомним основные выводы предыдущей статьи «Загадки живой природы». Для обеспечения механизма размножения у горбуши необходимо, чтобы закон постоянства внутренней среды организма был нарушен. Без определенных нарушений, создающих материальную базу для воспроизведения новых клеток, невозможно развитие организма. Но ведь любое стойкое нарушение

постоянства внутренней среды — это болезнь. В примере, относящемся к горбуше, не надо прибегать к изощренным научным доводам для обоснования внешне парадоксального положения, утверждающего, что неотъемлемой частью развития является болезнь или, точнее, сумма определенных болезней, потому что именно эти болезни, обеспечивающие потребности развития организма, одновременно становятся орудием смерти, вызывающим гибель каждой особи после нереста.

Но приведенный пример с горбушей отнюдь не частный случай, свойственный только этому виду рыбы. Развитие и рост всегда нуждаются в дополнительном материальном обеспечении, которое не может быть представлено материнским организмом, если все в нем надежно охраняется законом постоянства внутренней среды. Поэтому можно утверждать: любой механизм развития неразрывно связан с нарушением закона постоянства.

Для того, чтобы это положение было более понятным, необходимо по-новому объяснить происхождение тех изменений, которые наблюдаются в женском организме во время беременности, особенно во второй ее половине, когда плод быстро растет. В этот период женщина полнеет — идет накопление жира; нередко за счет «набухания» мягких тканей лица увеличивается размер носа или подбородка. Параллельно в крови увеличивается концентрация сахара, жира (триглицеридов) и холестерина. Иногда уровень сахара увеличивается столь значительно, что врачи определяют это состояние как диабет беременных. Налицо нарушение закона постоянства внутренней среды, то есть в организме женщины развиваются определенные болезни.

Возникает недоуменный вопрос: разве может столь жизненно необходимое явление, как беременность, сопровождаться болезнями, особенно если принять во внимание, что в процессе эволюции вредные свойства давно были бы устранены естественным отбором? Но в том-то и дело, что изменения, появляющиеся у беременной женщины, свойственны не только роду человеческому, они, например, также отчетливо наблюдаются и у животных во время беременности. Более того, можно заметить, что признаки «болезни беременного организма» напоминают именно те отклонения, которые остро возникают у горбуши в период, предшествующий нересту, хотя у рыб в отличие от млекопитающих плод не развивается в материнском организме.

Приняв все это во внимание, я пришел к выводу, что отклонение от закона постоянства внутренней среды — это та обязательная запрограммированная болезнь, без которой невозможно развитие плода. Ведь чтобы нормально развиваться, плод должен быть обеспечен «строительным материалом». И прежде всего «запрограммированная болезнь беременного организма» обеспечивает ему этот строительный материал.

Как возникает эта болезнь и как она создает условия для интенсивного роста пло-



да, когда за относительно короткий срок из одной оплодотворенной клетки воспроизводится много миллиардов клеток вновь сформированного организма?

Обязательная часть каждой клетки — холестерин. Он входит в каркас оболочки клетки — клеточную мембрану. Большинство видов клеток не может самостоятельно синтезировать столько холестерина, чтобы его хватало для построения оболочки, и они получают холестерин из печени. Но мощность печени плода еще мала, она не обеспечивает потребностей быстро увеличивающейся клеточной массы. Значит, холестерин должен поступать из материнского организма. Но и этот источник холестерина весьма ограничен. Ведь закон постоянства внутренней среды потому и выполняет свою задачу, что он предохраняет как от недостатка, так и избытка чего-либо. Для обеспечения холестерином потребностей развития плода закон постоянства должен быть нарушен.

Каким же образом нарушается этот закон? Важной особенностью беременности у млекопитающих является то, что механизм нарушения гомеостаза располагается во временно существующем органе — плаценте, которая вместе с родами заканчивает свое существование. В период беременности плацента вырабатывает плацентарный гормон роста, способный уменьшать «сгорание» глюкозы в материнском организме. Но если глюкоза, поступающая с пищей, полностью не используется как топливо, то она неизбежно превращается в жир — развивается ожирение.

Когда количество жира в организме возрастает, то из жировых депо начинают как бы просачиваться в кровь жирные кислоты. В организме есть два источника энергии — глюкоза и жирные кислоты, но энергетический гомеостат обеспечивает преимущественное использование то одного, то другого вида топлива. Например, ночью, когда пища в организм не поступает, основное топливо — жирные кислоты. Более того, в мышечной ткани углеводы не горят в пламени жиров, что служит обеспечению энергией нервной системы за счет экономии запасов глюкозы в организме. Поэтому-то, когда увеличивается концентрация жирных кислот и они тормозят использование тканями глюкозы, ее концентрация в крови после еды еще более увеличивается, то есть возникает явление, которое свойственно и сахарному диабету. Во время беременности из избыточной глюкозы образуется жир — источник жирных кислот. Но они почти не проходят через плаценту к плоду. Зато в материнском организме из продуктов сгорания жирных кислот в повышенном количестве образуется холестерин — именно тот структурный компонент, который необходим для «сборки» оболочек клеток и для производства плодом ряда гормонов. Вот чему на самом деле служит диабет беременных, то есть чему служит запланированное нарушение постоянства внутренней среды в материнском организме.

В период беременности отклонение гомеостаза достигается за счет дополнительной эндокринной железы — плаценты, которая к тому же, не являясь постоянной частью нейро-эндокринной системы, не включена в систему саморегуляции, ограничивающей активность любой другой эндокринной железы механизмом отрицательной обратной связи. Поэтому продукция плацентарных гормонов увеличивается практически до конца беременности параллельно увеличению размеров плаценты, нарушая тем самым закон постоянства внутренней среды.

Но если отклонение гомеостаза действительно всегда является необходимым условием роста и развития, то как обеспечивается такое отклонение в процессе развития и роста ребенка, а затем и взрослого человека, да еще при условии, что деятельность нейро-эндокринной системы подчинена закону постоянства внутренней среды? Может быть, для развития организма после рождения нет необходимости в усилении мощности определенных систем и положение, столь очевидное для периода беременности, не является обязательным для последующего развития организма?

Тот, кто внимательно наблюдал за развитием ребенка, мог заметить, что в ранние периоды жизни здоровые дети обычно производят впечатление «толстячков». Многие скульптуры древних ваятелей увековечили эту особенность: дети в их изображении обладают приятной полнотой. Это и есть проявление все того же положения: для развития необходима дополнительная энергия, которая черпается из жира. В данном случае приятная упитанность ребенка как раз и отражает нарушение закона постоянства внутренней среды. Но это не только характерная особенность детей человеческих. Вот описание, относящееся к периоду детства у волков: «За последние недели волчата подросли и теперь размерами, да, пожалуй, и формой, напоминали взрослых сурков. Они так растолстели, что по сравнению с туловищем их лапы казались просто карликовыми, а пушистые серые шубки только усугубляли полноту. Ничто, казалось, не предвещало, что со временем они превратятся в таких же стройных и мощных зверей, как и их родители» (Ф. Моуэт. «Не кричи, волки». М., 1968, с. 101). Да иначе и быть не может, так как независимо от того, происходит ли рост плода или ребенка, рост связан с появлением новых клеток, а для них нужен дополнительный холестерин, который, в свою очередь, синтезируется в условиях, когда увеличивается накопление и использование жира.

Но тогда каким же образом может быть обеспечено усиление мощности гомеостатической системы, охраняемой законом постоянства внутренней среды? Для этого у высших организмов есть, с моей точки зрения, единственный способ: необходимо, чтобы гипоталамический регулятор-реле стал бы менее чувствительным к тормозящим сигналам.

Последствия такой ситуации легко себе



представить, если обратиться к приведенной выше аналогии — вспомнить снова термостат. Допустим, что чувствительность регулятора к изменению температуры с течением времени снижается. Это приведет к тому, что термостат постепенно разогреется до более высокой температуры, пока наконец произойдет необходимое воздействие на регулятор, выключающий тепловой элемент. Если представить себе, что подобные изменения происходят не в реле термостата, а в гипоталамусе, то работа систем, контролируемых гипоталамусом, будет увеличиваться параллельно снижению его чувствительности к тормозящим сигналам или в соответствии с моей терминологией параллельно повышению порога чувствительности гипоталамуса к регулирующим сигналам.

Такая картина изменения «точки отсчета» чувствительности гипоталамуса действительно имеет место. Это особенно демонстративно прослеживается в механизме возрастного включения репродуктивной (детородной) функции. Пример, относящийся к репродуктивной функции, тем более убедителен, что, с одной стороны, половое созревание должно быть каким-то образом задержано до той поры, пока закончится развитие и рост тела, а с другой — само половое созревание обладает наглядными чертами, характеризующими повышение мощности репродуктивной системы.

Если вспомнить общий принцип работы саморегулирующихся (гомеостатических) систем, легко понять, что половое созревание не может быть обусловлено первичным усилением мощности рабочей эндокринной железы — половых желез. В такой ситуации увеличение продукции половых гормонов будет полностью тормозить деятельность регулятора-гипоталамуса в соответствии с механизмом отрицательной обратной связи. Это устраняло бы саму суть принципа регулирования и развития. Следовательно, механизм полового созревания должен быть связан с изменениями состояния самого регулятора, то есть гипоталамуса. Так оно и наблюдается в действительности. В ряде исследований было показано, что порог чувствительности гипоталамуса изменяется в течение всей жизни. Вскоре после рождения гипоталамус обладает максимальной чувствительностью к тормозящему действию половых гормонов. Поэтому «половой центр» гипоталамуса в этот период заторможен тем небольшим количеством половых гормонов, которые уже вырабатываются незрелым организмом. Это и предотвращает преждевременное половое созревание, соизмеряя его темпы с общим развитием тела.

Суть механизма возрастного включения репродуктивной функции заключается в повышении порога чувствительности гипоталамуса к тормозящему действию половых гормонов. Благодаря этому повышению гипоталамус постепенно освобождается от торможения, осуществляемого половыми гормонами по механизму отрицательной обратной связи. В результате увеличивается активность гипоталамуса, а затем и гипофи-

за, который, в свою очередь, своими гормонами стимулирует половые железы. Однако повышение в крови концентрации половых гормонов не ведет в этой ситуации к снижению активности гипоталамуса: благодаря все продолжающемуся повышению порога чувствительности гипоталамус вновь и вновь освобождается от тормозящего влияния половых гормонов. Так увеличивается мощность репродуктивной системы и вместе с тем сохраняется механизм саморегуляции, свойственный каждой гомеостатической системе.

Таким образом, наряду с механизмом, активность которого направлена на установление равновесия и постоянства (гомеостаза), в каждый данный момент существует также механизм, нарушающий гомеостаз во времени, обеспечивая тем самым выполнение программы развития организма. На основании подобного рода данных мною был сформулирован следующий общий вывод. Если стабильность внутренней среды организма — закон существования организма, то запрограммированное нарушение гомеостаза — закон развития организма. Поэтому наряду с законом постоянства внутренней среды сосуществует закон отклонения гомеостаза.

Скептический читатель может, однако, задать вопрос: что же, собственно, нового в этом законе? Ведь и без этого ясно, что в силу самого наличия генетической программы развития должен существовать и конкретный механизм, обеспечивающий это развитие. Но на такой, казалось бы, простой вопрос можно дать ответ, именно основываясь на законе отклонения гомеостаза.

Если бы существовал только закон постоянства внутренней среды, необходимо было бы множество исключений, запрещающих действие этого закона, в частности когда осуществляется развитие организма. Ведь развитие, как мы уже говорили, всегда связано с нарушением равновесия и стабильности. Иными словами, закон постоянства внутренней среды без своего антипода — закона отклонения гомеостаза — должен был бы запрещать развитие. Следовательно, фундаментальный закон постоянства внутренней среды может существовать только в диалектическом единстве со своей противоположностью — законом отклонения гомеостаза. Но и это еще не все. Для того, чтобы оба противоположных закона могли бы сосуществовать и выполняться одновременно, обеспечивая, с одной стороны, стабильность в каждый данный момент, а с другой — развитие во времени, необходимо, чтобы оба закона подчинялись аналогичным правилам. Это может быть выполнено только на уровне гипоталамуса, в котором сходятся пути трех главных гомеостатических систем.

Как же гипоталамус технически совмещает эти две противоположные обязанности? Можно высказать следующее предположение. Хотя деятельность всего гипоталамуса направлена на выполнение закона постоянства внутренней среды, часть его, выделенная в особый гипоталамо-гипофизарный



комплекс<sup>1</sup>, одновременно служит противоположному закону — закону отклонения гомеостаза. Именно гипоталамо-гипофизарный комплекс контролирует три основные функции живых систем: репродуктивную, энергетическую и адаптационную, служа тем самым одновременно и закону постоянства внутренней среды и закону отклонения гомеостаза.

Более того, сопряжение обоих законов на уровне гипоталамуса и сам принцип, на котором они основаны, имеют решающее значение в биологической жизни каждого индивидуума. Речь идет о регуляторном механизме старения, болезней старения и естественной смерти. Дело в том, что, когда программа развития организма завершается, закон отклонения гомеостаза не прекращает своего существования, а, напротив, выполняется, как и раньше. Поэтому если отклонение гомеостаза вначале служит развитию и росту, то затем оно превращается лишь в силу, нарушающую закон постоянства внутренней среды: после завершения роста развитие продолжается. Если снова привести пример, относящийся к репродуктивной системе, то повышение гипоталамического порога чувствительности, то есть механизм, который обеспечивает половое созревание, функционируя и дальше после этого периода, приводит к возрастному выключению детородной функции. В самом деле, репродуктивный гомеостат — это замкнутая цепь, соединяющая двумя каналами регулятор-гипоталамус и рабочий элемент системы — половые железы. По одному каналу идет стимулирующее влияние гипоталамуса на половые железы, а по другому тормозящее влияние половых гормонов на гипоталамус. Для того чтобы репродуктивная система функционировала, эта цепь должна оставаться замкнутой. Но разве может быть обеспечена «неразрывность» цепи, если происходит возрастное повышение гипоталамического порога?

Вначале (по мере того как с возрастом порог чувствительности гипоталамуса повышается) компенсаторно увеличивается и продукция половых гормонов, так как по гипоталамическому каналу усиливается стимуляция половых желез. Это компенсаторное усиление продукции половых гормонов и обеспечивает замкнутость цепи, несмотря на тенденцию к ее разрыву. Но подобные возможности любой системы ограничены. Это относится и к половым железам. В результате происходит разрыв цепи и наступает климакс — возрастное прекращение репродуктивной функции. Этот пример показывает, что оба явления — возрастное включение и выключение репродуктивной функции — осуществляются одним и тем

же способом, определяемым законом отклонения гомеостаза. Так постепенно начинают формироваться черты, свойственные нормальному старению и болезням старения. Действительно, климакс — это одновременно и норма и болезнь, то есть нормальная болезнь. Норма, потому что он всегда наступает в определенном возрасте у женщины; болезнь, потому что он продукт нарушения постоянства внутренней среды, а любое стойкое нарушение гомеостаза и есть болезнь.

Но ведь процесс развития и роста осуществляется не только за счет усиления мощности репродуктивного гомеостаза, но также энергетической и адаптационной систем. Соответственно нормальной болезнью энергетического гомеостаза является возрастное ожирение, а нормальной болезнью адаптационного гомеостаза — заболевание, которое я обозначаю термином дисадаптоз. Исходя из представлений о законе отклонения гомеостаза, 10 основных болезней человека, к которым, кроме этих трех нормальных болезней, относятся также сахарный диабет тучных, атеросклероз, метаболическая иммунодепрессия (снижение активности иммунитета), аутоиммунные болезни, гипертоническая болезнь, психическая депрессия и рак, можно объединить в едином механизме. Вполне уместен даже вопрос: действительно ли существуют раздельно эти 10 болезней или на самом деле имеется одна болезнь с десятью отдельными симптомами? К этой проблеме мы еще вернемся.

Закон отклонения гомеостаза позволяет рассматривать и нормальное старение как самую универсальную болезнь, которая развивается всегда и которая несет в себе черты всех основных болезней человека. Действительно, в процессе старения постепенно нарушается гомеостаз: увеличивается в крови уровень сахара, жира, холестерина и т. д. В свете представлений о законе отклонений гомеостаза становится более ясным, почему все происходит именно так, а не иначе.

Признаки естественного старения определяются теми изменениями, которые ранее были нужны для развития организма. Более того, закон постоянства внутренней среды ограничивает действие закона отклонения гомеостаза тремя главными гомеостатическими системами. Так, стабильность концентрации таких жизненно важных элементов в крови, как натрий и калий, почти одинакова и в детстве и в старости. Соответственно болезни старения не связаны с первичным нарушением ионного равновесия. А это означает, что все те физиологические характеристики организма, которые охраняются законом постоянства внутренней среды, не способствуют возникновению возрастных болезней, то есть не лежат в основе регуляторного типа болезней. Иными словами, у высших организмов естественная смерть — смерть регуляторная.

Но если механизм болезней старения и естественной смерти связан с нарушениями, происходящими в трех основных го-

<sup>1</sup> Нейро-эндокринная система включает в себя гипоталамус, гипофиз, периферические эндокринные железы (и их гормоны), клетки гормонально-чувствительных тканей. Вся эта система работает по иерархическому принципу, то есть вышестоящий отдел системы управляет деятельностью нижележащего отдела. Но это управление «взаимодействующее», так как оно осуществляется по механизму обратной связи.

## ТРАДИЦИЯ В ДВИЖЕНИИ

Почему в определенные дни было принято печь блины, в другие красить и катать яйца, зачем свивали венки и бросали их в воду, прыгали через костер?

Подобные обряды выражали народное понимание окружающего мира. Магические действия должны были повлиять на силы природы. Но постепенно, с изменением исторических условий, старые верования забывались, смысл действий утрачивался. Однако красочность обряда, его эстетика живут дольше, становятся обычаем.

В. К. Соколова «Весенне-летние календарные обряды русских, украинцев и белорусов». М., «Наука», 1979 г.

Приметы, верования, обряды, обычаи — это особая группа народных традиций, которая как бы объединяет фольклор и этнографию. В наших архивах хранятся записи различных жанров и видов народного творчества, насчитывающие многие тысячи единиц и страниц. К сожалению, использование этого богатства затрудняется тем, что во многих случаях не проделана необходимая работа по систематизации, составлению каталогов и указателей, которые позволили бы легко найти требуемое.

И следует порадоваться недавно вышедшей книге В. К. Соколовой.

Автором собран обширный и разнообразный мате-

риал, приведены фрагменты записей с начала XIX века и до наших дней. Таким образом, мы имеем возможность ознакомиться с обрядами в их движении почти за два столетия. В книге воспроизведены зарисовки, картины, фотографии малоизвестные, а иногда и уникальные, фиксирующие отдельные элементы магических действий — «Дети сжигают Масленицу», «Вожделение русалки» и другие. Они подтверждают сказанное автором об изменении значения и содержания магических действий, о превращении обрядов в обычаи, в игру.

Книга дает повод для размышления не только научным работникам, но и деятелям искусства — хореографам, композиторам, художникам, режиссерам. Она доставит удовольствие и всем любящим народное творчество.

Анна ГАРФ.

меостатах, то все то, что присуще горбуше, должно обнаружиться и у других высокоорганизованных организмов. Так оно и есть. Данные, полученные учеными, показывают, что причины, лежащие в основе гибели таких далеких друг от друга видов, как горбуша, крыса и человек, практически совпадают. Если бы речь шла не о механизме смерти, то следовало бы сказать: это чудо совершенства — единообразие механизма естественной смерти.

Вот почему, быть может, никакой загадки смерти и нет, а есть проблема, связанная с необходимостью познания механизмов развития организма. Если еще раз вернуться к примеру с горбушей, то половое созревание, включающее механизм обменных нарушений, соответствует развитию; накопление жира — старению, а естественная смерть и у горбуши и у человека — результат этих регуляторных сдвигов. Вот почему, быть может, также нет никакой особой фатальности в явлении естественной смерти, так как она обусловлена регуляторными причинами. Но как бы ни были сложны эти причины, они доступны изуче-

нию и контролю. Уже то обстоятельство, что эти причины действуют всегда закономерно, позволяет их изучать лучше, чем изменения, связанные с действием случайных факторов, например, «поломок» (мутаций) в громадной машине человеческого тела. Именно наличие строгой взаимосвязи между развитием и старением, наличие перехода программы развития организма в механизм болезней старения — неисчерпаемый источник не только оптимизма, но и реальных поисков путей и средств противодействия этим болезням.

В дальнейшем я постараюсь показать, каким образом закон отклонения гомеостаза формирует условия для возникновения «трех китов» современных болезней человека — атеросклероза, метаболической иммунодепрессии и рака. Постараюсь рассмотреть роль внешних факторов в развитии болезней человека и рассказать о некоторых путях, которые могут быть использованы для торможения скорости старения и замедления развития главных болезней человека.



# КАШЛЮ НУЖНО ПОМОЧЬ

Лауреат Государственной премии СССР,  
доктор медицинских наук В. ПРОЗОРОВСКИЙ  
(г. Ленинград).

Кашель — это очень неприятно. И мы активно ищем лекарства, которые устранили бы кашель, подавили. Желание это вроде бы естественное, поскольку кашель — признак болезни. Но и ошибочное: признак болезни — это еще не сама болезнь. Можно подавить кашель, а заболевание только усилится.

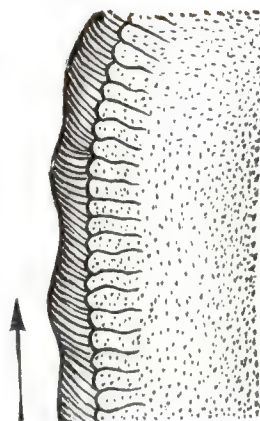
Трахея и бронхи выстланы эпителием, состоящим из клеток трех типов (см. рисунок). Клетки первых двух типов выделяют слизь. Одни густую, другие жидкую. Густая выполняет роль липучки, на ней оседают все мелкие и мельчайшие пылинки и микробы, попадающие в легкие при вдохе. Жидкая нужна, чтобы мгновенно развести, снизить концентрацию попавших в бронхи раздражающих паров и газов. В среднем густота слизи такова, что, будучи подвижной, она тем не менее под действием собственного веса вниз не стекает. И даже, напротив, постепенно перемещается вверх. Ее двигают клетки третьего типа, снабженные мельчайшими ресничками. И сами бронхи не твердые трубки, а упругие воздуховоды, по которым пробегают волны, как по кишечнику. Эта перистальтика тоже поднимает слизь наверх. За сутки в бронхах выделяется почти стакан жидкости, и, не будь слаженного движения ресничек и бронхов, человек просто захлебнулся бы.

Во рту, как известно, множество микробов. Есть они и в трахее. Но чем глубже, тем меньше бронхов и тем меньше микробов

на их стенках. Самые тоненькие бронхи и легочная ткань всегда стерильны. Природой так отрегулировано, что скорость, с которой бронхи выталкивают свое содержимое, в точности соответствует скорости наступления (в результате размножения) микробов. Благодаря этому равновесию граница стерильности в дыхательной системе всегда сохраняется на одном и том же уровне. Естественно, до тех пор, пока мы сами не поможем микробам.

Стакан водки, например, на некоторое время полностью парализует движение ресничек, и микробы начинают свое победное шествие в глубь легких. Дым сигареты вызывает выделение такой густой слизи, что реснички вязнут в ней, как мухи в смоле. При нарушении дыхания через нос слизистая оболочка бронхов возбуждается холодным воздухом и пылью.

Однако вернемся к нашей теме. Допустим, у больного воспаление где-то по ходу дыхательных путей. Оно неминуемо приводит к усиленному выделению густой слизи. Если воспаление вызывает распад ткани и скопление лейкоцитов, то все это вместе образует мокроту, которая обязательно должна быть выделена наружу. Как ни стараются реснички, им это удается не всегда, тем более что больные бронхи перестают двигаться, а то и вовсе в них наступает спазм. Вот тут-то на помощь приходит кашель. Кашлевой толчок — это стремительный выдох, во время которого воздух проносится по бронхам со скоростью урагана — до 40 метров в секунду! Мощная струя выбрасывает из легких все лишнее, с чем не справились реснички. Так нужно ли подавлять ка-

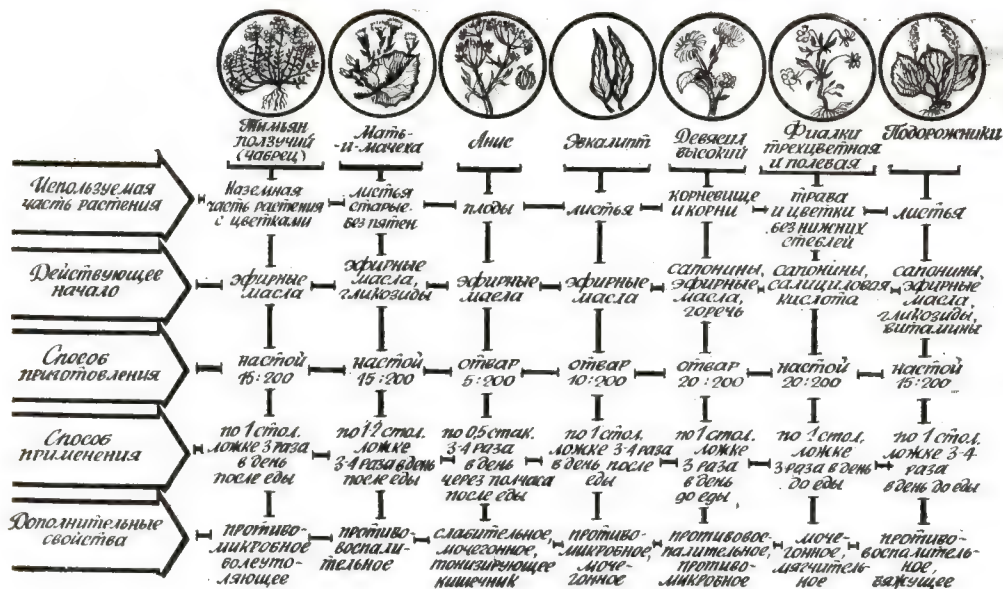


шель? Нет, конечно. Напротив, ему нужно помочь.

Проще всего сделать следующее: укладываясь в постель или вставая утром, повернуться то на один, то на другой бок, может быть, даже свеситься головой вниз с кровати, найти такое положение, при котором мокрота будет полнее удаляться из глубины легких и каждый кашлевой толчок ей в этом будет помогать. Бывает, однако, что мокрота становится столь густой, что при всем старании не выкашливается. Тут на помощь приходят отхаркивающие средства.

Нетрудно догадаться, что задача отхаркивающих средств состоит в том, чтобы сделать мокроту более жидкой. В медицине известен простейший способ: надо добавить к ней питьевую соду. Однако это намного легче сказать, чем сделать. Если соду принять внутрь (обычно ее добавляют в теплое молоко, которое выполняет роль смягчающего средства), то очень мало шансов на то, что она попадет по назначению. Впрочем, и это нелишне, поскольку при воспалительных заболеваниях организм «подкисляется» и его полезно немного нейтрализовать. Гораздо эффективнее содовые ингаляции. Нужно только помнить, что при температуре выше 60°C сода разлагается. Поэтому ее нужно класть в горячую воду, но не в кипяток. Вместо соды лучше купить в аптеке таблетки бикарбоната. В них, кроме щелочи, содержится еще

**● ЭТО ОБЯЗАНО  
ЗНАТЬ КАЖДЫЙ  
Лекарства без рецепта**



немного ментола. Ментол — одно из эфирных масел, роль которых как помощников кашля столь велика, что об этом следует сказать отдельно.

Эфирные масла — собирательное название. С точки зрения химика, это пахучие и летучие жидкие смеси, вырабатываемые растениями. С точки зрения врача, — мягкие раздражающие и активные противомикробные средства. Если они тем или иным способом попадают в бронхи, то вызывают образование жидкой слизи и тем способствуют откашливанию. Можно, например, заварить кипятком эвкалиптовые листья и дышать над паром. Но самый эффективный способ — эфиромасляно-картофельный. Тщательно вымытый картофель отваривается в мундире и размминается в той же воде, в которой варился. К этому «картофельному ингалятору» добавляется 3—5 капель очищенного скипидара (терпентинное масло) либо 10—20 капель анисового, укропного, камфарного или эвкалиптового масла. (Можно добавить целую чайную ложку настоя эвкалипта.) Есть препарат «эвкатол», в котором, кроме эвкалиптового, содержится еще и ментоловое масло. Подчеркну: увлекаться больши-

ми дозами эфирных масел не следует, поскольку при этом они начинают оказывать противоположное действие и сушат слизистые оболочки, вызывая чувства царапанья и першения в горле.

Сейчас продаются портативные карманные ингаляторы и аэрозольные баллончики с эфирными маслами, например, «камфомен». Если натуральные вещества заменяются синтетическим хлорбутилгидратом, то получается аэрозоль «каметон». Если добавляются сульфаниламидные препараты, то «ингалипт». Следует только помнить, что у некоторых людей сульфаниламиды вызывают аллергические реакции.

Так же, как и эфирные масла, на слизистую оболочку действует нашатырный спирт. Несколько его капель тоже можно добавлять к источнику пара.

Все летучие вещества, даже если их проглотить, частично выделяются с дыханием. При этом, естественно, возникает отхаркивающее действие. Отсюда большая популярность нашатырно-анисовых капель. При добавлении к ним слизистого отвара из корней солодки получается еще более удачный «грудной эликсир». Его рецепт пришел в Россию в конце про-

шлого века из Германии и носил официальное название «капли датского короля». Не думаю, чтобы король сам их придумал. Скорее всего так они названы в честь успешного исцеления монарха новомодным тогда лекарством. Внутри принимают также и настойку эвкалипта или «эвкатол» по 10—25 капель. Все эти вещества раздражают слизистую желудка, поэтому их принимают после еды.

Чтобы можно было принимать внутрь скипидарное (терпентинное) масло, его обрабатывают серной кислотой и получают всем известные таблетки терпингидрата. За счет эфирных масел (эвкалиптового и ментолового) действуют и таблетки пектусина. Их не проглатывают, а держат во рту до полного растворения. Такого же действующее начало многих растений, широко применяемых при лечении болезней легких (см. таблицу). Экстракт чабреца с добавлением бромистого калия — одно из наиболее активных отхаркивающих средств (препарат пертуссин). Бром (а также и йод) выделяется через железы, вызывая их усиленную секрецию. Однако многие люди плохо переносят препараты брома.



# ГОД 1980

Десятый раз журнал «Наука и жизнь» проводит традиционный тематический конкурс — решение задач и примеров, связанных с числом текущего года. Из года в год условия конкурса остаются неизменными, но из года в год требования к решениям становятся более жесткими. Объясняется это тем, что участников, справившихся со всеми заданиями, становится все больше. Многие читатели с удовлетворением отмечают, что в результате внесенных редакцией и участниками коррективов условия конкурса стали четкими и однозначными.

Итак, первая традиционная задача конкурса: изобразить число 1980 минимальным количеством одинаковых цифр с использованием математических знаков  $+$ ;  $-$ ;  $:$ ;  $\times$ ;  $\sqrt{\phantom{x}}$ ;  $!$  (факториал). Разрешается использовать цифры как показатели степени, десятичную запятую и пользоваться скобками. В этой конкурсной задаче победа присуждается читателям, затратившим минимальное количество цифр на представление «полного комплекта», то есть изображение числа 1980 с помощью одних единиц, одних двоек и т. д. Сюда же прибавляется сумма букв общей формулы.

Если общее число затраченных цифр одинаково, преимущество отдается участникам конкурса, употребившим меньшее число математических знаков. Обращается внимание и на качество примеров. Действительно, много ли труда надо затратить, чтобы из примеров

$$1979 = (11+11) : (1, (1) - 1, 1) - 1$$

$$1879 = 44\sqrt{4} + 44 - 4:4$$

получить примеры

$$1980 = (11+11) : (1, (1) - 1, 1)$$

$$1980 = 44\sqrt{4} + 44$$

К сожалению, многие участники пошли по линии наименьшего сопротивления, слегка переделав примеры 1979 года. И хотя прошлогодние изображения являются действительно минимальными, правильно поступили те читатели, которые привели и их и свои находки пусть с большим числом знаков. При прочих равных условиях это вывело их вперед. Вот несколько интересных, на наш взгляд, решений.

$$1980 = \sqrt{11! \cdot 11 : (111+1)} \quad 8 \text{ цифр}$$

$$1980 = 22 \cdot (22 \cdot 2^2 + 2) \quad 7 \text{ цифр}$$

$$1980 = 2(22:2)! : (2 \cdot 2 \cdot 2)! \quad 7 \text{ цифр}$$

$$1980 = 33(3!)! : (3!+3!) \quad 5 \text{ цифр}$$

$$1980 = [3-3:(3!+3!)] \times (3!)!$$

$$1980 = [(4+4)! - (4!+4)!] : (4!-4!) \quad 6 \text{ цифр}$$

$$1980 = (4+\sqrt{4})! \cdot 44 : (4 \cdot 4)$$

$$1980 = 5![(55:5)+5,5]$$

$$1980 = (55 \times 5 + 5!) \times 5 + 5$$

$$1980 = \sqrt{6} \times 6 + 6! - 6 \times 6$$

$$1980 = 7! : (7+7) \times 77 : (7+7) \quad 7 \text{ цифр}$$

$$1980 = (77:7)! : (7!+7!+7!+7!)$$

$$1980 = \sqrt{7! \cdot 777 + 7! - 7! : 7}$$

$$1980 = 8! : 8 : \sqrt{8+8} + (8 - \sqrt{8+8})!$$

$$1980 = (8+8) : 8 \times (88:8)! : 8!$$

$$1980 = (8 - \sqrt{8+8})! + (8!+8!) : 8:8$$

$$1980 = 9(\sqrt{9}! \cdot 9 + \sqrt{9}) + 9 \quad 5 \text{ цифр}$$

$$1980 = \sqrt{9! : 9 - (\sqrt{9}!)!} \times 99$$

Общая сумма употребленных цифр равна 57. (При использовании примеров предыдущей подборки сумму цифр можно уменьшить до 53.) К общим формулам этого года, заимствованным из предыдущей подборки,

$$1980 = \frac{AA+AA}{A(A)-A,A} \quad 8 \text{ цифр}$$

$$1980 = \frac{BB(B+B)}{B(B)-B,B} : B \quad 9 \text{ цифр}$$

прибавились следующие:

$$1980 = \sqrt{(DD:D)! : DD:(DDD+D)} \quad 9 \text{ цифр}$$

$$1980 = \frac{M,M-M,M,M}{M(M)-M,MMM}$$

$$1980 = \left[ \frac{C+C+C}{C} \right]! \cdot \frac{CC}{C+C+C+C} \quad 10 \text{ цифр}$$

$$980 = \frac{(RRR-R)(R+R)}{R[R,(R)-R]}$$

Общие формулы взяты из писем Н. Рубль (г. Алушта), А. Чигиня (с. Запывив), В. Кибирева (г. Харьков), С. Еремина (пос. Кочкар-Ата), А. Васенкова (г. Рубцовск), Н. Нестеренко (с. Лесная Поляна).

Первое место по первой конкурсной задаче с общей суммой использованных цифр 59 присуждается В. Безрукову (г. Севастополь). Его решение нельзя признать безукоризненным, так как из 9 конкурсных примеров он представил 8 самостоятельных, а 1 заимствовал из прошлогодней подборки. Все 9 самостоятельных решений не прислал ни один из участников. Второе место (5 самостоятельных примеров) присуждается Д. Рабину (г. Карши). Общее число использованных им цифр — 54. Третье место у З. Котляра (г. Свердловск), его сумма цифр — 66. Редакция отмечает работу ученика 5-го класса г. Киева Юдицкого Жени, примеры которого правильны, но не всегда самостоятельны.

Приведенные выше примеры частично взяты из подборки призеров, а частично из писем А. Ямпольского (г. Саратов), Ю. Киреева (г. Кременчуг), В. Сысоева (г. Шатура), Г. Мозгунова (г. Рязань), К. Лайвы (г. Лимбажи), Г. Суханова (г. Архангельск), М. Климова (г. Гомель) и других читателей.

Вниманию участников конкурса!

В условиях задачи на 1981 год по предложению А. Чигиня вносится изменение. В зависимости от того, как воспримут это предложение читатели, за которыми последнее слово, оно либо будет утверждено на следующие годы, либо отменено. В 1981 году результат будет оцениваться по общей сумме цифр и знаков, но разрешается присылать два примера — один с минимальным числом цифр, другой — с минимальным числом знаков, например,

$$1980 = (333 - 3) \times 31 \quad (5,-)$$

$$1980 = (3^3 + 33) \times 33 \quad (-,2)$$

В зачет идет  $5 + 2 = 7$  баллов. Если пример прислан один, то берется сумма цифр и знаков

$$1980 = (333 - 3) \times 31 \quad (5,3)$$

В зачет идет  $5 + 3 = 8$  баллов.

Вторая конкурсная задача — представление чисел натурального ряда от 1 до максимально возможного с помощью цифр 1, 9, 8, 0 (не меняя их последовательности) и пользуясь теми же математическими знаками, что и в первой задаче. Ряд рассматривается до 5 пропусков. Для 1980 года задача была видоизменена и предлагалось найти возможно больше представлений из первых ста чисел.

Задание это оказалось весьма сложным. Большинство читателей смогло найти выражение для 62 чисел. Но 23 участника нашли выражения для 87 чисел. (Не «подавившиеся» числа 29, 44, 51, 52, 58, 59, 66, 67, 68, 69, 93, 94, 95). Без ошибок и с соблюдением правил конкурса решение прислали А. Васенков (г. Рубцовск), Ф. Степанов (г. Борисполь), Ш. Гельфман (г. Кировоград), Ю. Гасилов (пос. Насосный), И. Штеров (г. Москва), А. Зубенин (г. Воронеж), А. Чигинь, Р. Хисамутдинов (г. Стерлитамак), А. Есаулов (г. Владимир), З. Солопко (г. Киев), Д. Дмитриев (г. Москва), А. Алова (г. Рубцовск), Б. Юдкевич (г. Куйбышев), Л. Грибникова (г. Киев), Ю. Киреев, А. Бабин (г. Москва), Н. Костенко (г. Старокопстантинов), В. Кибирев (г. Харьков), В. Куров (г. Киров), С. Еремин, М. Климов (г. Гомель), Н. Нестеренко, Женя Юдицкий (г. Киев).

Приводим некоторые примеры, вызвавшие наибольшие трудности:

$$21 = (1 + \sqrt{8!})\sqrt{8+0!}$$

$$22 = 19 + \sqrt{8+0!}$$

$$26 = 19 + 8 - 0!$$

$$30 = (-1 + \sqrt{9!}) \cdot (\sqrt{8+0!})!$$

$$31 = (1 + \sqrt{9}) \times 8 - 0!$$

$$34 = -1 + \sqrt{(\sqrt{9!})^8 - 0!}$$

$$45 = (-1 + \sqrt{9!}) \times (8 + 0!)$$

$$62 = -1 + 9 \times (8 - 0!)$$

М. Климов прислал пример

$$44 = -1 + (9 + 8 + \dots + 0)$$

«Запись этого числа, — пишет М. Климов, — не противоречит правилам, так как задана разность арифметической прогрессии и определены границы ее суммирования с помощью дозволенных знаков».

Редакция не сочла возможным включить этот пример в число решенных, но считает его достаточно интересным, чтобы дать в примечаниях.

Третья конкурсная задача: представить число 1980 с помощью последовательности цифр

$$\begin{array}{cccccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & & & & \\ & 9 & 8 & 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & & & \\ & & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 8 & 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ & & & 9 & 8 & 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{array}$$

используя минимальное число математических знаков (допустимые математические знаки указаны в задаче № 1).

1.  $12^3 - 435 + 678 + 9 = 1980$  3 знака
2.  $12^3 + 4 \cdot 567 : 8, (9) = 1980$  3 знака
3.  $12 + 3 \cdot (45 + 67, (8) + 9) = 1980$  4 знака
4.  $(987, 6) + 54 - 3 \cdot 2 = 1980$  3 знака
5.  $(9876 : 5 + 4, 3 \cdot 2^{-1}) = 1980$  4 знака
6.  $9 + 876 \cdot 54 : (3 + 21) = 1980$  4 знака
7.  $9 \cdot (876 - 54 - 32 + 1) = 1980$  4 знака
8.  $1234, 56 + 789, 87 - 65, 43 + 21 = 1980$  3 знака
9.  $1, (2) + 3, (4) - 5678, (98) + 7654, (32)^1 = 1980$  3 знака
10.  $987, (654) - 3 + 212 (345) - 6 + 789 = 1980$  4 знака
11.  $987 + 654, (321) + 2 + 345, (678) - 9 = 1980$  4 знака
12.  $987, (654) + 321 + 2, (345) + 678 - 9 = 1980$  4 знака

Пример № 1 — единственный пример без изъясных с тремя знаками найден только Н. Тихомировой (п. Савинский). Пример № 4 перешел из предыдущей подборки, поэтому при рассмотрении претендентов на призовые места предпочтение было отдано тем, кто предложил свои представления, отличные от данного.

Первое место присуждено С. Еремину за примеры 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12. Число использованных знаков 14. При присуждении первого места были учтены его удачные примеры с симметричным расположением чисел, примеры-перевертыши и примеры с наиболее длинными числами.

Второе — четвертое места с тем же числом знаков заняли: В. Кинаш (г. Луцк), примеры 2, 5, 8, 11, Р. Ружило (г. Снятин), примеры 2, 7, 8, 11 и Н. Костенко — примеры 2, 4, 5, 8, 10. Примеры, в которых читатели избавляются от ряда цифр (более одного), возводя в степень единицу, например,  $(987, 6 + 5, 4 - 3) \times 2^{123456789}$ , или возведением числа в нулевую степень  $(7654^3 - 2^{-1})$ , не рассматривались.

Редакция считает необходимым назвать читателей, являющихся соавторами этих примеров: А. Алова, Ю. Гасилов, Г. Гловели, (г. Мытищи), В. Прокопенко (г. Молодечно), Ю. Киреев (г. Кременчуг), С. Махортов (г. Тамбов), Х. Насыров (ст. Уда II), В. Афанасьев (г. Чегдомын), Ю. Мордашев (г. Мурманск), Л. Грибникова (г. Киев), И. Штеров (г. Москва), В. Стадник (г. Краснодар), А. Тарасов (г. Свердловск), А. Иванов (г. Тольятти), Д. Муратов (г. Обнинск), В. Кораблев (г. Донецк), С. Усманов (с. Знаменка).

Примеров с симметричным расположением чисел в почте оказалось достаточно много, поэтому учитывалось количество использованных знаков и их строгая симметрия.



$$\begin{aligned}
 1980 &= 1+23-45\cdot 67+898+76\cdot 54-32+1 & (8) \\
 1980 &= -1-2\cdot 3+456-7+898-7+654\cdot 3-2-1 & (11) \\
 1980 &= 12-34\cdot (56+78)+9+(87+65)\cdot 43-21 & (8) \\
 1980 &= -1-(2+3)!-4+567+898+765-4-(3+2)!-1 & (14) \\
 1980 &= 123-(V4+5)!+678-V9+876-(V5+4)!+321 & (14) \\
 1980 &= 9\cdot (87-65+4)+3\cdot 212\cdot 3+(4+56-78)\cdot 9 & (10) \\
 1980 &= 987+65+43+(2-1+2)!+34+56+789 & (9) \\
 1980 &= 987-(6+5)+(4+3)+212+(3+4)-(5+6)+789 & (10)
 \end{aligned}$$

А вот примеры с неполной симметрией, но с меньшим числом знаков. Авторы примеров С. Еремин, З. Солопко (г. Киев), Ю. Гасилов, А. Бабин, Д. Дмитриева (г. Москва), А. Есаулов (г. Владимир), Ю. Мордашев, В. Кибирев, С. Санников (г. Ташкент), А. Шестаков (г. Горький).

$$\begin{aligned}
 1980 &= 123+45+678-9+876-54+321 & (6) \\
 1980 &= 987+65+4^3+212-34-56+789 & (6)
 \end{aligned}$$

Немало прислано примеров-перевертышей.

$$\begin{aligned}
 (1-2)\cdot(3+4)\cdot(56-78)\cdot 9 &= 1980 = 9(87-65)\cdot(4+31)\cdot(2-1) \\
 (1+2)!\cdot(3-456+789) &= 1980 = (987-654-3)\cdot(2+1)! \\
 (1-2)\cdot(3!)! \cdot 4\cdot 5\cdot(6\cdot 7-8\cdot 9) &= 1980 = (98-76)\cdot 5\cdot 4\cdot(3!) \cdot (2-1) \\
 (1+2)!\cdot(345+678-V9) &= 1980 = (-V9+876-543)(2+1)! \\
 (1\cdot 2-3\cdot 4)(56-78)9 &= 1980 = 9(87-65)\cdot(4\cdot 3-2\cdot 1) \\
 (-1-2\cdot 345+678)V9! &= 1980 = V9!(876-543-2-1)
 \end{aligned}$$

Авторы примеров: С. Еремин, В. Сайфудинов (пос. Прибельский), Ю. Мордашев, Ю. Голоднов (г. Москва), Р. Хисамутдинов, А. Васенков, Н. Нестеренко, Р. Ружило.

«Ни разу, ни в одной подборке не встретился хотя бы один пример, где было бы использовано более чем пятизначное число», — пишет С. Еремин. Такие примеры действительно очень редко удается получить. С. Еремин, инженер-геофизик из пос. Кочкар-Ата, беспокоится, что его находки не попадут в подборку, так как использованное при их составлении число знаков не является минимальным. Он даже предлагает разделить рассмотрение всех примеров по разделам «спорт» и «эстетика». Нам кажется, что в этом нет необходимости. Больше того, именно благодаря оригинальным находкам С. Еремину и присуждено первое место.

Итак, самые длинные числа встретились в примерах:

$$\begin{aligned}
 1\cdot 23\cdot 45678-7^6! &= 1980 \\
 -12^3\cdot 456+789876+54-3+21 &= 1980 \\
 -123456+7898+7^6-5\cdot 4!+3\cdot 2\cdot 1 &= 1980
 \end{aligned}$$

И наконец, пример, который очень долгое время был рекордным:

$$\sqrt[9]{9-8!-7-6!+5!+4321234+5\cdot 6!-7!+8-9!}=1980$$

Но вот среди решений В. Курова был обнаружен пример с восьмизначным числом:

$$[9876\cdot (5432)\cdot 1+23\cdot (4567)]\cdot (8-V9)=1980$$

Превзойти его удастся, по-видимому, очень не скоро. В. Курову принадлежат также решения:

$$\begin{aligned}
 (123456-789+87\cdot 6):(54+3^2-1) &= 1980 \\
 1^2-3\cdot 4\cdot 5+878987:(654-321) &= 1980 \\
 (1\cdot 23)\cdot 45678-V9! &= 1980
 \end{aligned}$$

Удачный пример прислал Ф. Степанов

$$-98765+4321,2+(3!)!+4!+56789=1980$$

В примере три пятизначных числа!

Подведем итоги конкурса.

По результатам решения всех трех обязательных задач окончательно места распределены следующим образом: С. Еремин — 1-е место, 2-е место — В. Кинаш, 3-е место — Р. Ружило, 4-е место — Н. Костенко. Призеры будут награждены подпиской на журнал «Наука и жизнь» на 1982 год.

На этом заканчиваем рассмотрение конкурсных материалов, посвященных году 1980-му. Примеры из раздела «фантазий» будут публиковаться в материалах рубрики «Математические неожиданности» в течение 1981 года.

Ждем новых работ, посвященных 1981 году. Письма на конкурс должны быть отправлены не позднее 1 августа 1981 года.

Просим обратить внимание на четкое оформление материалов. В первой задаче приводятся по два примера (с наименьшим числом цифр и наименьшим числом знаков). Если минимальные примеры заимствованные, необходимо дать свой вариант. С правой стороны примера в скобках ставится сумма использованных цифр и через тире — сумма знаков. Затем приводится общая формула, с правой стороны от которой также ставится число используемых цифр и знаков. Далее дается общая сумма употребленных цифр и знаков.

По второй задаче сначала указывается, сколько чисел (до 5 пропусков) удалось изобразить, затем перечень чисел, которые изобразить не удалось, и, наконец, изображения всех представленных чисел.

Третья задача оформляется аналогично первой задаче.

Очень желательно, чтобы все конкурсные задачи были присланы в одном письме.

После решения обязательных задач можно давать все интересное, касающееся числа 1981.

Благодарим всех читателей, принявших участие в нашем математическом конкурсе. Желаем успехов в 1981 году!

Обзор составил А. СОРОКИН

# СЕЛЕЗЕНОЧНИК ОБЫКНОВЕННЫЙ

Еще не успели целиком скатиться талые воды, а уж веешнее тепло пробуждает зелень, наскоро преобразует землю. Многолетние злаки выкинули перышки побегов, и будто приподнялись рыжие ножки — так заметны на голом темен пригорка. По сырым местам с их мшистыми подушками кукушкина льна, зелеными и сырыми, как не взглянуть на плотную куртину селезеночника — травки нежной и весьма приглядливой. Будто кто нарочно подровнял верхушки побегов, на одном уровне распростер листочки, придав им цветочную окраску. Нежные зелено-желтые пластиночки явно «выполняют» часть функций цветка — своим ярким видом привлекают опылителей — пчел, мух и жуков. Среди опылителей селезеночника найдем также улиток и слизней.

Селезеночники — многолетние или однолетние травы семейства камнеломковых. Корневища у них тонкие, слабые, стебли невысокие, но мясистые и сочные. Листья могут быть очередные и супротивные, края пластинок надрезанные или зубчатые. Прикорневые листья зачастую собраны в розетку. В нашей стране встречается 19 видов селезеночника. Наиболее широко распространен селезеночник обыкновенный (*Chrysosplenium alternifolium*). Его легко найдем по весне в горах, в лесной и арктической зонах.

Селезеночник обыкновенный любит селиться у весенних ручьев, в сырых лесах и оврагах. Заходит он и на мокрые луга. Листья у него очередные, отчего селезеночник этот называют еще очереднолистным. Стебли имеет одиночные, редко их увидишь по несколько. Стоят стебли прямо, высотой с карандаш. Нижних, прикорневых, листьев немного, отличаются их, в частности, длинные черешки. У стеблевых листьев черешки короткие, но пластинки достаточ-

но крупные: длиной до 15 сантиметров, шириной до 3. Самые интересные верхние листья: они мелкие, сидячие, собраны в плоские щитки. Зеленовато-желтая окраска их ярче цветков, ведь они у селезеночника мелкие и без лепестков. Желтыми невзрачными комочками собраны на тарелочке листья, только так и приминают опылителей. Для них даже припасено по капельке нектара — каждая выделена на железистый диск при основании цветка. Если опылители погнущаются и этой приманкой, цветки покажутся, пыльца падает на нижние рыльца, произойдет самоопыление.

Интересно, что у селезеночника не все цветки одинаковые. Конечный цветок имеет 5-раздельную чашечку и 10 тычинок, у остальных чашечка разделена на 4 доли, а тычинок 8. Плод одиноковый — одногнездная коробочка, раскрывающаяся щелью. Ни ботва растения, ни семена животными не поедаются.

По наблюдениям академика В. Л. Комарова, селезеночник этот на Камчатке встречается «на поросших мхом камнях быстрых мелких потоков, или на кочках среди болот, или по берегам рек и ключевых водоемов (курчажин)». Сравнительно с европейскими камчатские особи этого вида очень тонкие, волосков почти нет, листья мельче, и их мало; соцветие более сжатое и бледное».

В народных говорах эта заметная травка получила несколько названий: за желтый цвет верхушечных листьев ее именовали золотянской, золотolistником, яичным цветком; за раннее появление весной и за короткий срок жизни — первоцветкой и месячиной-травой: за лекарственные свойства — грыжником. Архангельские крестьяне применяли селезеночник против опухолей и грыжи, кое-где

ее пробовали лечить при болезни мочевого пузыря и «застоях крови». Само название «селезеночник» — калька с ботанического наименования (греческое слово «сплен» означает «селезенка»: в древности растение входило в прописи средств от болезней селезенки).

На Дальнем Востоке распространен селезеночник усатый (*Ch. flagelliferum*). Собой он повыше обыкновенного: длиной до 20 сантиметров. Это тоже многолетник, побеги у него ползучие, облиственные. Селится по берегам водоемов, в сырых лесах и впадинах.

Жителям Алтая и Восточной Сибири знаком селезеночник голостебельный (*Ch. nudicaule*). Сочный безлиственный стебель его еще более рослый — достигает 25 сантиметров в высоту. Корневище толстое, ползучее. Растет голостебельный селезеночник как в лесной, так и альпийской зонах. Животными, по-видимому, не поедается, даже маралы почти не трогают его.

Еще один селезеночник — волосистый (*Ch. pilosum*) — растет в смешанных лесах и по речным долинам; распространен в Приморье. Развивается и цветет весной, в июне он уже отмирает.

И, наконец, селезеночник ветвистый (*Ch. ramosum*). Обитает он, как и селезеночник усатый, на Дальнем Востоке. Ютится в лесах и по берегам рек. Плодоносящие побеги отмирают поздно — в конце лета. Бывает, что и раннюю осень захватывают. Этот вид охотно поедается изюбром и козулей. Значит, и польза от него несомненная.

Скромен, куда как скромный, селезеночник. Не сложены о нем ни легенды, ни песни. Возможно, из-за невысоких хозяйственных свойств. Но весна поначалу раздает уборы самые незамысловатые, и селезеночник украшает зеленеющие бугры, придает им бодрый и веселый вид. Земля, пригретая солнцем, уже разбужена звоном птиц, облакана хмельными ветрами. Перво-наперво — пора короткая, но по-своему обаятельная.

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. М. ГЛУШКОВ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. илл. стр. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, В. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДНОВСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор В. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09. зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда». «Наука и жизнь». 1981.

Сдано в набор 22.12.80. Подписано к печати 12.02.81. Т 03353. Формат 70×108/16. Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Тираж 3 000 000 экз. (1-й завод: 1—1 850 000). Изд. № 540. Заказ № 3538.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865, ГСП, Москва, А-137, улица «Правды», 24.



# МАГИЧЕСКИЙ ДОДЕКАЭДР

Прodelайте сначала такой фокус.

Начертите квадрат  $5 \times 5$ , в каждой клетке которого запишите одно из следующих по порядку чисел — от 1 до 25 (рис. 1). Затем закройте любую клетку, вычеркнув после этого строку и столбец, на пересечении которых она расположена. То же сделайте с другой свободной клеткой, вычеркнув соответствующий ряд и столбец, и так пять раз. Вы, не глядя на квадрат, можете назвать сумму пяти закрытых чисел. Она будет во всех случаях равна 65.

65 — это магическая сумма, константа квадрата пятого порядка, и в этом опыте мы ее получили из простого числового квадрата. Что касается собственно магического квадрата  $5 \times 5$ , то его особенность состоит именно в том, что в рядах и столбцах у него расположены пятерки именно таких чисел, каждое из которых не встречается дважды в одном ряду или столбце простого квадрата.

Назовем такие наборы чисел **регулярными** суммами. Математики пользуются при составлении магических квадратов именно регулярными суммами. (Особенно это касается так называемых «классических квадратов»). Сколько же существует таких сумм? Нетрудно подсчитать, что их будет 120.

А теперь перейдем к магическому додекаэдру. Если на каждой из вершин додекаэдра расставить по одному числу от 1 до 25, то сумма чисел каждой грани составляет магическую сумму 65 — ту же, что и в магическом квадрате пятого порядка (см. рис. на 8-й стр. цв. вкладки). Однако надо заметить, что поскольку вершин у фигуры лишь 20,

то на них уместаются 20 чисел, остальные же 5, а именно числа 1, 7, 13, 19, 25 здесь не представлены. Но они должны где-то существовать и, помимо того, образовывать магические фигуры.

Что касается последнего требования, то нетрудно обнаружить, что сумма этих пяти чисел равна константе ( $1 + 7 + 13 + 19 + 25 = 65$ ). А вот чтобы найти, где они расположены, надо вспомнить о некоторых свойствах додекаэдра. Например, что в додекаэдр можно вписать куб. Из литературы известно (например, Г. Штейнгауз «Сто задач». М., 1976), что в додекаэдр можно вписать пять кубов. А не соответствуют ли эти пять кубов пяти «лишним» числам? И если да, то каким именно образом?

Для наглядности изобразим на гранях додекаэдра ребра вписанных кубов, причем каждый куб выделим своим цветом — желтым, красным, синим, синим пунктиром и красным пунктиром. И вот додекаэдр украсился разноцветными линиями, а поверхность каждой грани — пятилучевыми звездами, образованными пятью линиями разных цветов. Как теперь можно видеть, магическая сумма чисел, расположенных на вершинах всех лучей звезды, образуется по ребрам всех пяти кубов.

Если посмотреть на одну из граней додекаэдра, то мы увидим ее обрамленную пятью ребрами всех пяти кубов, то есть большим пятиугольником, образованным линиями пяти разных цветов. Сумма чисел по его углам также будет магической. Таким образом, мы имеем уже 24 магические суммы — 12 по углам каждой грани додекаэдра и еще 12 по углам обрамляющего пятиугольника.

А теперь обратите внимание, что в каждой вершине додекаэдра сходятся вершины двух кубов, например, красного и желтого, и что данной вершине соответствует противоположащая ей вершина, и на ней мы опять-таки обнаруживаем сходжение противоположных вершин тех же самых кубов. Но, поскольку мы имеем дело и с числами, надо отметить и сумму, образованную двумя противоположащими числами.

В данном случае (красный и желтый куб) оказывается, что вершина с числом 18 соответствует противоположная ей вершина с числом 14, так что сумма чисел по этой оси будет составлять  $18 + 14 = 32$ . До магической суммы, следовательно, не хватает трех чисел, образующих собой сумму  $65 - 32 = 33$ . Условимся называть «двойкой» два числа вдоль одной оси, а «тройкой» недостающую группу чисел. Ее нам и следует отыскать.

Стоит повнимательнее приглядеться к фигуре, и недостающие числа легко обнаруживаются. Если перед нами число 18, то равнососторонний треугольник, окружающий эту вершину, будет содержать числа 5, 6 и 22, что и составляет необходимую сумму.

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	15	24	8	17
23	7	16	5	14
20	4	13	22	6
12	21	10	19	3
9	18	2	11	25

Таким образом, получаем константу:  $18 + 14 + 5 + 6 + 22 = 65$ , а с противоположной стороны —  $18 + 14 + 21 + 10 + 2 = 65$ . Кстати, если каждая двойка образуется на оси двух каких-то кубов, то недостающая тройка — на вершинах трех остальных.

Мы имеем 20 вершин, следовательно, еще 20 магических сумм, образованных при сложении 10 двоек и 20 троек. Этот пример указывает, что при нахождении магических сумм требуется обращать внимание на симметричные пространственные образования при участии всех пяти кубов.

Предыдущие комбинации из пяти чисел мы имели на вершине трех граней додекаэдра, а теперь посмотрим, что можно обнаружить на двух смежных гранях. Обратим внимание на две грани, что соединяются на ребре 20—2. Рассмотрев внимательно, мы увидим, что перед нами вырисовывается ромб 9—20—21—2. Подсчитаем сумму чисел по его углам, получаем число 52. Следовательно, до константы недостает тринадцати. А ведь это «лишнее» число, не представленное ни одной из вершин додекаэдра!

Вспомнив предыдущий пример, по аналогии можем судить, что, во-первых, недостающее число должно находиться где-то посередине четырехугольника, во-вторых, так как стороны последнего образованы ребрами четырех кубов, пятое число будет находиться где-то на поверхности пятого куба. Это желтый куб. Мы увидим, что его ребра обрамляют ребро 20—2 и что его невидимая грань параллельна этому ребру и центр грани соответствует центру ромба. Значит, можно считать, что пять «лишних» чисел соответствуют граням вписанных кубов, в данном случае 13 соответствует желтому кубу. Идя дальше, мы обнаружим, что числу 1 соответствует красно-пунктирный куб, 19 — красный, 7 — сине-пунктирный, 25 — синий.

Следовательно, чтобы получить новые суммы с участием пяти пропущенных

чисел, надо каждое из них сложить с числами, расположенными по углам ромба. Так как каждый куб имеет 6 граней, а всего у нас 5 кубов, или, иными словами, так как додекаэдр имеет 30 ребер, каждое из которых лежит против грани какого-то куба, мы имеем еще 30 сумм-констант.

Кроме того, если к каждому пропущенному числу прибавить 4 числа, лежащих на противоположных гранях додекаэдра, будет та же сумма 65. Например:  $20 + 2 + 13 + 6 + 24 = 65$ . Еще 15 констант.

Так как заниматься с числами, расположенными на невидимых гранях вписанных в додекаэдр кубов, не совсем удобно, обозначим эти числа на поверхности фигуры — ребре додекаэдра. Каждое число против соответствующей грани, причем тем же цветом, что и цвет куба.

Мы имеем на поверхности каждой грани теперь две пятёрки чисел: черных, соединенных цветными линиями, и цветных, соединенных черной линией.

Надо отметить, что тройки, образованные из пропущенных чисел, при сложении их с соответствующими двойками и на этот раз дают новые суммы, например:  $11 + 3 + 19 + 25 + 7 = 65$ . Итого еще 10 констант. Если взять, наоборот, простую тройку чисел и прибавить к ней недостающую (по цветам) двойку из пропущенных чисел, мы опять получаем магическую сумму, например:  $8 + 22 + 15 + 1 + 19$ . То есть берем одну тройку чисел или треугольник вокруг одной из вершин и те два числа, которые расположены на одной прямой, параллельной одной из сторон равностороннего треугольника.

Таким образом мы получим еще 20 новых сумм, а всего, вместо 10 или 20 в обычном магическом квадрате, все 120 регулярных сумм.

А теперь, «под занавес», еще один любопытный эксперимент. Если в синий пятиугольник, образованный числами 1, 7, 13, 19, 25 на одной из граней, впишем

новый пятиугольник, по углам которого проставим среднее арифметическое от соседних чисел, то получим новый магический пятиугольник, обозначенный красными линиями и красными цифрами по углам. Такого рода красные пятиугольники образуются на всех гранях додекаэдра, причем состоят они из следующих чисел: 4, 7, 10, 13, 16, 18, 22.

Итак, 12 магических пятиугольников из 7 различных чисел! Как ни странно, но такие нелепые с точки зрения теории волшебных квадратов образования позволяют создавать на поверхности фигуры новые магические комбинации. Например, если взять какой-нибудь красный магический пятиугольник в качестве центрального, а пять соседних с ним — в качестве обрамления, — сумма чисел в вершинах этих пяти фигур, обращенных в сторону от центра, будет равна 65.

Так взаимодействуют эти числа между собой. Точно так же можно складывать основные числа додекаэдра, расположенные по какой-то оси, то есть двойку чисел с тройкой, окружающую одну из вершин додекаэдра. Например,  $20 + 24 + 4 + 7 + 10 = 65$ . Взаимодействуют эти числа также с пятёркой пропущенных. Возьмем, например, грань додекаэдра 8—20. В центре ее расположено пропущенное число 1, а по обе стороны — два красных пятиугольника. Если в каждом из них соединить два числа прямой, параллельно грани, сумма четырех лагаемых будет равна  $65 - 1 = 64$ , или  $(13 + 19) + (13 + 19)$ . То же самое и в пятиугольниках, расположенных справа и слева. Если соединить прямой, перпендикулярной данному ребру два числа в каждом из них, сумма чисел также будет равна  $65 - 1 = 64$  или  $(16 + 16) + (16 + 16)$ .

В заключение предлагаем задачу. Попробуйте расположить магические суммы в пространстве с помощью других платоновых тел, кроме додекаэдра и куба.

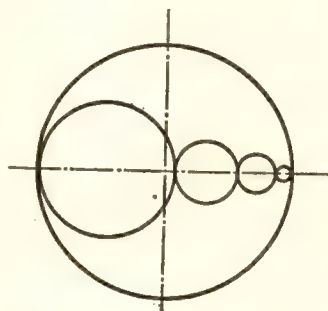
**Е. КРИВОШЕЕВ.**  
(г. Ивано-Франковск).



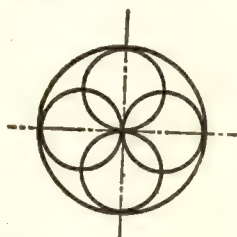
# КРУГ И КВАДРАТ

Примеры математических неожиданностей из области элементарной геометрии публиковались на страницах журнала «Наука и жизнь». В этот раз мы предлагаем несколько находок из коллекции инженера Ю. Аленькова (г. Харьков).

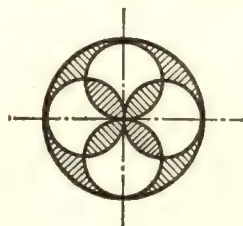
1. В большую окружность вписан ряд меньших окружностей, центры которых находятся на одной линии. Общая длина таких вписанных окружностей всегда равна длине описанной окружности.



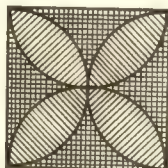
2. В большом круге расположены четыре меньших с диаметром вдвое меньшим, чем диаметр большого. Площадь четырех малых кругов равна площади большого.



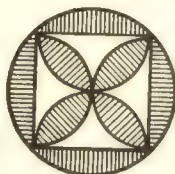
3. Аналогичный случай. В большую окружность вписаны четыре других с вдвое меньшим диаметром. Площадь четырех частей (заштриховано) большого круга равна площади такого же количества частей (заштриховано) малых кругов.



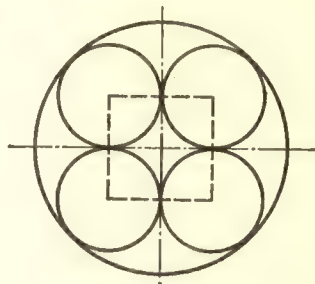
4. В квадрат вписаны четыре одинаковые дуги. Общая площадь четырех частей (заштриховано одной линией) кругов не равна площади четырех частей (заштриховано двумя линиями) квадрата.



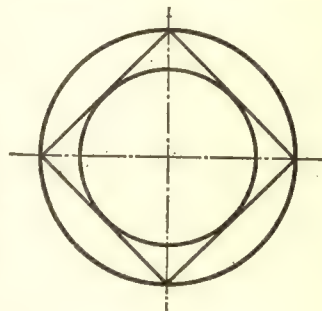
5. В большую окружность вписаны квадрат и четыре полуокружности. Заштрихованная площадь большого круга равна заштрихованной площади малых полуокружностей.



6. В большую окружность вписаны четыре меньших так, что они соприкасаются с большой окружностью только в одной точке и друг с другом в двух точках. Центры малых окружностей образуют вершины квадрата. Центры любых



7. В большую окружность вписан квадрат, а в квадрат еще одна окружность. Удвоенная площадь малого круга, вписанного в квадрат, равна площади большого круга.



## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка собразительности и умения мыслить логически

### ЧИСЛОВОЙ РЕБУС

В приведенном арифметическом ребусе на сложение разным буквам соответствуют разные цифры, а одинаковым буквам — одинаковые цифры. Замените буквы цифрами и решите пример.

КУДА  
+ ИГОЛКА  
ТУДА  
-----  
И НИТКА

Ю. АЛЕНКОВ.

(г. Харьков).



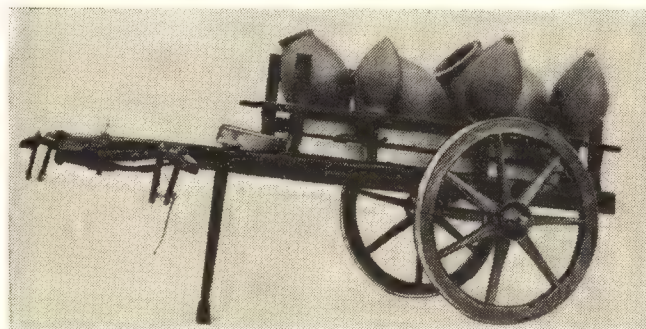


1

2



3



4



## МУЗЕЙ

Житель абхазского села Лидзава Григорий Ясонович Хесуриани многие годы собирает орудия труда, одежду, домашнюю утварь, упряжь, посуду и другие предметы быта, которыми пользовались его земляки много лет назад. Не жалея времени, он также строит макеты старинных крестьянских домов, действующие модели различных старинных механизмов, сельскохозяйственных орудий. За много лет в «личном музее» народного умельца собралось более 500 экспонатов, которые демонстрировались в одном из выставочных залов Пицунды. Некоторые из этих экспонатов на наших снимках.

1. Общий вид одного из стендов экспозиции. 2. Старинный экипаж. 3. Повозка для транспортировки гончарных изделий. 4. Ступа с водяным приводом. 5. Пресс для получения фруктовых соков. 6. Приспособление для плетения веревки. 7. Макеты крестьянских домов и хозяйственных построек. 8. Набор топоров. 9. Кузнечные мехи. 10. Традиционные атрибуты праздничного кавказского стола.



# МЫ ВИДИМ ИЛИ НАМ ТОЛЬКО КАЖЕТСЯ?

Всякий предмет окружающего мира ограничен некоторыми линиями, прямыми или кривыми. Это настолько привычно, что мы почти инстинктивно начинаем рисунок с контура любой вещи, которую хотим изобразить, а уж потом прорисовываем внутренние ее детали. Наверное, это умение передать несколькими линиями контур предмета было главным достижением первобытных художников, оставивших после себя удивительные наскальные рисунки, где скупыми, четкими штрихами переданы и характерный образ зверей и людей и динамика охотничьих и бытовых сцен.

Переходя на язык физиологии зрения, можно сказать, что контур мы видим в том случае, когда имеется скачок в яркости или цвете. Кажется, положение это неоспоримо, даже тривиально — что же еще такое линия, как не множество точек, отличающихся от окружающего их фона? Контур — это, по сути дела, контраст. Но взгляните на рис. 1. Слева отчетливо виден треугольник, который кажется белее фона, а справа — точно такой же, но только черный треугольник, рельефно выступающий на черном фоне. Стоит, однако, присмотреться, и становится ясно, что никакого контраста в яркости в действительности не существует. И тем не менее мы совершенно явно видим оба треугольника и несуществующие прямые линии, соответствующие их сторонам.

Специалисты по физиологии зрения, заинтересовавшиеся такими «несуществующими линиями», присвоили им имя «субъективных контуров». Ведь именно от нашего субъективного восприятия зависит, быть или

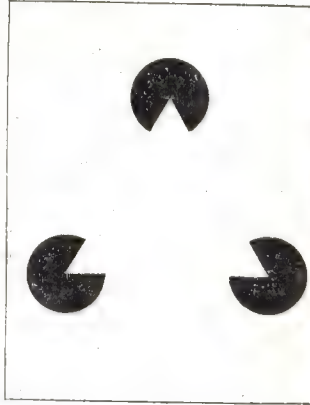


Рис. 1.

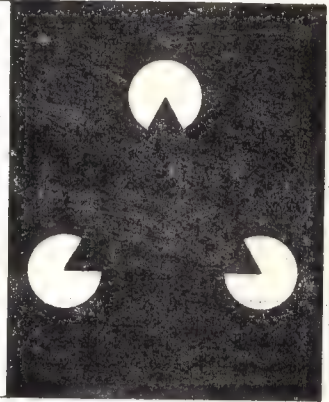
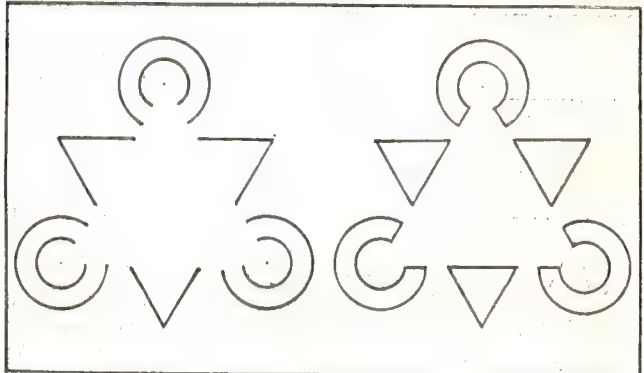


Рис. 2.



не быть сторонам треугольников на рис. 1. В самом деле: попробуйте зафиксировать свой взгляд на линии, образующей любую из них, и линия эта через несколько мгновений исчезнет, растворится. Но стоит перенести внимание на весь рисунок в целом, и треугольники вновь станут реальностью.

Удалось установить несколько особенностей этого необычного явления и выдвинуть — тоже, к сожалению, несколько — гипотез, его объясняющих.

Одна из гипотез состоит в том, что наша зрительная система сама постоянно конструирует гипотезы. Простейший пример. Три точки

на листе бумаги, расположенные на равном расстоянии друг от друга (но, разумеется, не на одной прямой), организуются мозгом в треугольник — прямые линии, соединяющие их, возникают в нашем сознании. Они очень живучи — даже если эти три точки расположены на окружности и в действительности соединены между собой кривыми линиями, глаз все-таки упрямо видит треугольник с прямыми сторонами, подчиняя своей внутренней гипотезе реальную картину. «Несуществующие линии» лишь более сложный случай этой же гипотезы. Простейший пример. Три точки зрительной системы. Дока-

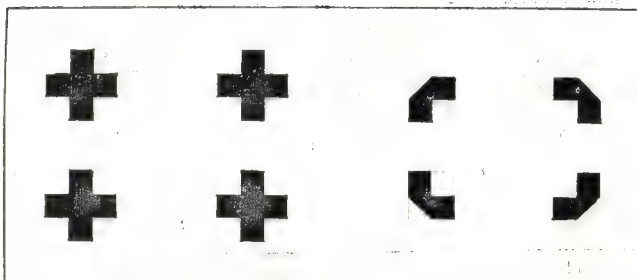


Рис. 3.

Рис. 4.

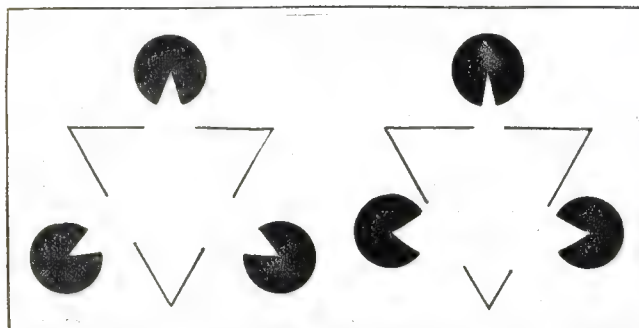
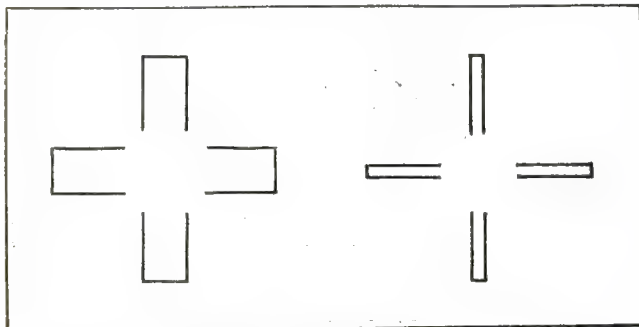
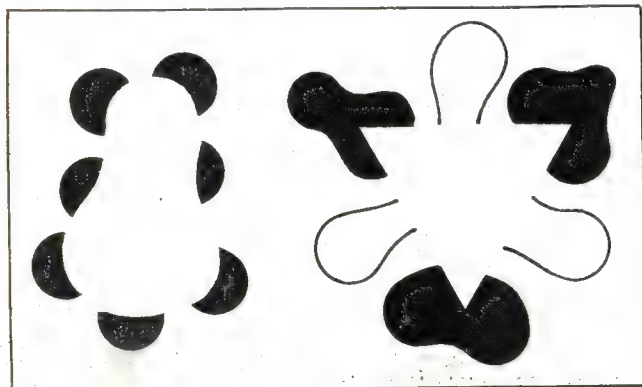


Рис. 5.

Рис. 6.



зательство — рис. 2. Фигуры с «открытыми границами», то есть такие, что кажутся нам незаконченными, вызывают желание завершить конструкцию, и потому слева мы видим белый треугольник, образованный тремя «несуществующими линиями». Справа все фигуры закончены сами по себе, и мозгу незачем вносить свои дополнения в рисунок.

«Гипотеза завершенности» находит свое подтверждение и в рис. 3. Черные кресты слева — фигуры вполне законченные, и потому мы не видим «несуществующего прямоугольника». Зато на правой части рисунка все отличие которой состоит в том, что кресты «располовинены» и требуют поэтому некоторой завершенности, этот прямоугольник невольно дорисовывается глазом.

Субъективные контуры могут состоять не только из прямых линий. Итальянский физиолог Паоло Самбин в лаборатории Падуанского университета предлагает испытуемым рассматривать рис. 4. Незаконченный крест слева дает жизнь «несуществующему квадрату», а справа многие испытуемые видят квадрат. Вообще же говоря, прямые линии вовсе не обязательны для субъективных контуров, как необязательна для их появления и геометрическая правильность рисунка. Убедиться в справедливости этих двух положений позволяют рис. 5 и 6.

Что еще известно о «несуществующих линиях»? Газтано Канисса, американский исследователь, отмечает вот какие их свойства. Область, очерченная субъективным контуром, кажется более яркой, чем фон, и при этом создается впечатление, что на рисунок наложена непрозрачная фигура (рис. 7). Эти в действительности не существующие фигуры оказываются не менее реальными, чем настоящие: они, к примеру, дают те же иллюзии, что возникают между различными поверхностями и линиями. На рис. 8 левая вертикальная прямая воспринимается глазом более



длинной, чем правая, потому что «несуществующий треугольник», на фоне которого они изображены, вызывает известную иллюзию Понсо. Точно так же на этом рисунке возникает другая иллюзия, носящая название «иллюзия Поггендорфа» — наклонные отрезки кажутся смещенными один относительно другого из-за того, что они пересекают две параллельные вертикальные прямые, хотя в отличие от классической иллюзии Поггендорфа прямые эти не настоящие, а воображаемые.

Кроме «гипотезы завершенности», выдвинута еще одна, согласно которой «несуществующие линии» возникают потому, что зрительная система, включающая в себя клетки, умеющие «читать» контур, вводится в заблуждение короткими отрезками прямых — сигналы, приходящие в мозг, интерпретируются таким образом, будто эти короткие отрезки продолжены и соединены между собой. Но эта гипотеза не в силах объяснить, как возникают субъективные контуры на рис. 9. Ведь в этом случае «несуществующая линия» вовсе не служит продолжением существующих.

Еще одна гипотеза, выдвинутая Стенли Кореном из США, вызвана к жизни стереопарами, созданными психологом Б. Джулешом (см. «Наука и жизнь» № 1, 1979 г.). Если рассматривать их по отдельности, то глаз не видит никакого контура, но, будучи помещенными в стереоскоп, они дают трехмерные фигуры. На основании этого факта Стенли Корен утверждает, что механизм образования субъективных контуров тот же, что и механизм построения мозгом пространственных, трехразмерных тел по их плоскому изображению.

Левая часть рис. 8 демонстрирует еще одно свойство субъективных контуров — их устойчивость к разрушению другими, реально существующими зрительными образами. Два прямых отрезка, нанесенные прямо на несуществующий белый

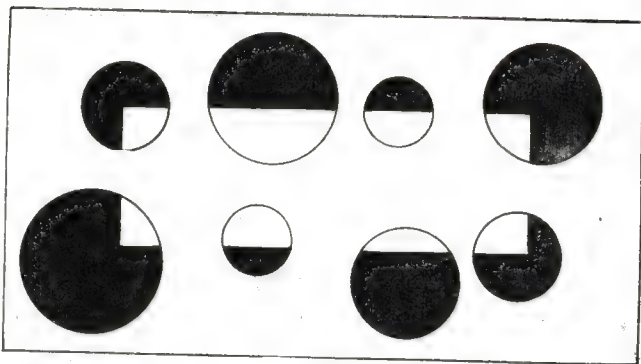


Рис. 7.

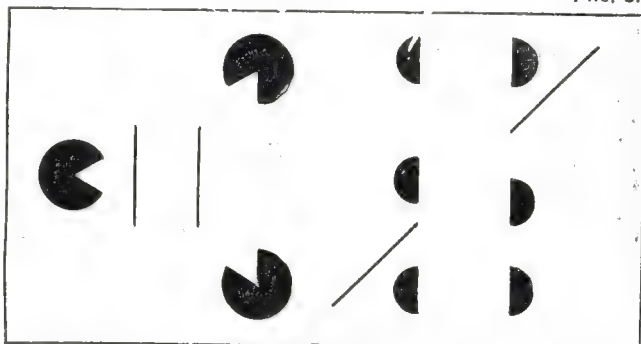


Рис. 8.

треугольник, ничуть не мешают нам его видеть.

Явление субъективных контуров, видимо, уже очень давно обнаружено художниками. Так, известна корейская ваза восемнадцатого века, сделанная из белого фарфора, на которой изображен пейзаж в лунную ночь. Луна благодаря особому контуру, обрисовывающему ее, кажется более яркой, чем участок неба под ней. Между тем измерение действительной яркости точным фотометром показало, что на самом деле луна на вазе в 1,3 раза темнее неба!

Работы советского физиолога В. Д. Глезера показывают, что обработка зрительной информации ведется в коре мозга с использованием некоторых принципов голографии. Известно, что даже кусочек голограммы позволяет полностью восстановить всю зафиксированную на ней картину. Не в этом ли причина появления субъективных контуров, не потому ли они так легко достраиваются мозгом по малейшим на-

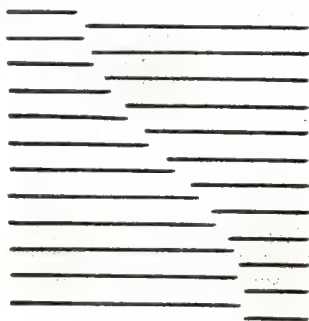


Рис. 9.

мекам? Исследователь приводит убедительные экспериментальные доказательства в пользу этого.

«Иллюзия — первая из всех утех», — считал Вольтер. В данном случае иллюзия служит задаче изучения механизма зрения, работы глаза, этого выдвинутого на периферию участка мозга — одного из самых сложных и загадочных органов, сформированных эволюцией.

**Н. ЛЕВИТИНА.**

(По материалам журнала «Сайентифик америкен», США).



## СКОРОСПЕЛЫЙ, УРОЖАЙНЫЙ

сти. Всходы появляются быстро, спустя 4—5 дней после посева. Ведь для набухания его семян требуется немного влаги — около половины веса самих семян. Что касается тепла, то почва должна хорошенько осесть и прогреться. В средней полосе России это происходит примерно во второй половине апреля. Через три-четыре недели редис приобретает техническую спелость, и корнеплоды готовы к уборке.

Занимаясь этой культурой, надо помнить, что редис холодоустойчив, но плохо переносит сухую и жаркую погоду, в результате которой его корнеплод получается дряблым, горьким. В засуху скороспелый овощ нуждается в частом поливе. Чтобы получить высокий урожай, надо следить за равномерностью посева семян и их одинаковой, неглубокой заделкой в почву. В загущенных посевах корнеплоды не образуются.

Семена для посева выбирают крупные, свежие. В промышленном овощеводстве их калибруют на решетках с отверстиями не меньше 2,5 мм. Крупные семена обеспечивают дружные всходы, более ранний урожай и высокое качество корнеплодов. Сеют редис через год после внесения свежего навоза. Вынос этим овощем питательных веществ из почвы совсем незначителен. Как весьма скороспелую культуру редис можно снимать с гряд, предназначенных для выращивания помидоров и огурцов.

Пускают его и повторной культурой после уборки раннего картофеля или зеленных овощей. Хорошо «справляется» он и с ролью уплотнителя капусты — белокачанной и цветной. Само собой, не потребуется отдельных гряд под редис и в случае, когда его подсевают как маячное растение, скажем, к моркови и луку. Ведь морковь и лук прора-

стают медленно, и по всходам редиса легко ориентироваться при рыхлении почвы в междурядьях. Сеют маячную культуру в те же борозды, что и основную, только располагают редис более разреженно, с промежутками в 10—12 см вместо 4 см, как обычно.

Нуждается редис и в подкормках азотными удобрениями, которые проводят после того, как растения развернут семядольные листья. Главное, чтобы рост редиса был непрерывным, всякое притормаживание роста отрицательно сказывается на качестве продукции: корнеплоды грубеют, приобретают едкий привкус, образуют мелкими корешками. Влажное состояние почвы и уход за растениями предотвратят появление крестоцветных блох. Кстати, своевременная очистка гряд от остатков родственных редису культур также помогает избавиться от вспышек вредителей и болезней.

Редис исключительно чувствителен к свету. На открытых солнечных огородах корнеплоды получаются сочными, нежными. В тени овощ дает длинную ботву, но продукция получается плохого качества. Редис предпочитает интенсивное освещение, но световой день не должен быть слишком длинным. Иначе растение начинает стволиться и корня не дает. При слишком длинном дне редис притеняют. Обычно овощ этот сеют ранней весной, с перерывами в две недели, и в начале августа — для уборки осенью. Летом редисом почти не занимаются.

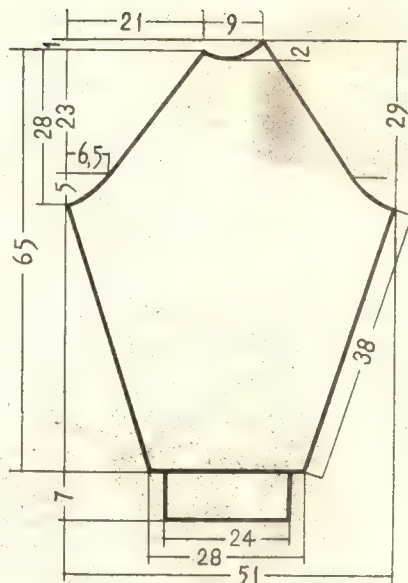
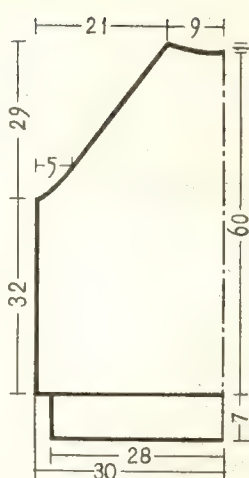
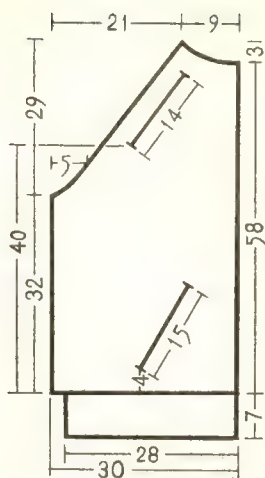
Убирают овощ выборочно по достижении корнеплодами технической спелости. Выдернутые растения связывают в пучки вместе с ботвой. В Голландии — основном экспортере редиса — на уборке овоща применяют машины. С их помощью не только выпаживают ре-

**Р**едис — один из самых популярных овощей. Он разнообразит наш стол сочным, острым продуктом, богатым полезными веществами и витаминами, редис — отличная основа вкусных весенних салатов. Этот овощ скороспел, урожаен. За сезон с одних и тех же гряд можно собрать три урожая ценных корнеплодов.

Под редис отводят рыхлые, увлажненные, плодородные почвы, с нейтральной или слабокислой реакцией. На бесструктурных и бедных питательными элементами почвах этот овощ не завязывает корнеплода. Особенно губительно сказывается на редисе недостаток азота: растение в таком случае угнетено, ботву и корнеплод почти не образует, на листьях проступает розоватая окраска. При калийном голодании листья редиса выглядят нормальными, но корнеплод не формируется. На кислой почве овощ поражается килой — опасным заболеванием многих крестоцветных.

Сеют редис в самые ранние весенние сроки, когда только что обсохнет почва, последующие посевы повторяют по мере надобно-





## ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

**Правая полочка.** Наберите 61 петлю на спицы 4 мм и провяжите 7 см резинкой 1 × 1. Перейдите на спицы 5 мм и вяжите рисунком «зигзаг». На 4 см от конца резинки начните выполнение косого кармана. Довяжите лицевой ряд до последних 26 петель и снимите их на большую английскую булавку. \* Поверните работу наизнанку, первую петлю снимите непривязанной на правую спицу, вторую провяжите изнаночной и протяните через снятую петлю. Довяжите изнаночный ряд до конца, поверните работу налицо, провяжите ряд до последних двух петель, которые провяжите вместе лицевой. \* Повторяйте от \* до \*, пока не будут закрыты 17 петель на разрез кармана. Снимите на английскую булавку 18 петель от начала ряда и оставьте их без провязывания. Наберите на запасные спицы 17 петель и вяжите 4 см чулочной вязкой подкладку для кармана. Присоедините эти петли к 26 петлям, оставленным на английской булавке. Далее вяжите все петли узором «зигзаг», пока количество рядов не достигнет высоты верхней части скоса кармана. Присоедините эти петли к 18 петлям от начала ряда, оставленным на английской булавке. Продолжайте выполнение полочки на всех петлях.

На 32-м см от конца резинки начните закрывать на пройму 3, 3, 2, 1 и 1 петлю через ряд.

Петли на линию реглана закрывайте равномерно по выкройке, пока на спицах не останется 18 петель для горловины.

На 40-м см от конца резинки начните выполнять второй карман по описанию первого. На 58-м см от конца резинки закройте для горловины 6 петель и 4 раза по 3 петли через ряд.

Левая полочка вяжется в зеркальном отражении, но с одним нижним карманом.

**Спинка.** Наберите 121 петлю на спицы 4 мм, провяжите 7 см резинкой 1 × 1. Перейдите на спицы 5 мм и вяжите рисунком «зигзаг». Убавления петель на проймы, линии реглана выполняйте по описанию полочки. Для горловины закройте средние 16 петель одновременно и еще по 4, 3, 2 и 1 петле через ряд с обеих ее сторон.

**Рукава.** Наберите 55 петель на спицы 4 мм и провяжите 7 см резинкой 1 × 1. Перейдите на спицы 5 мм, вяжите «широкой резинкой», равномерно прибавляя петли по выкройке до тех пор, пока на спицах будет 101 петля. На 38-м см от конца резинки начните закрывать с обеих сторон на проймы по 4, 3, 3, 2 и 1 петле через ряд.

Петли на линию реглана закрывайте равномерно по выкройке, пока на спицах не останется 19 петель. Следите, чтобы краевые петли были лицевыми и подчеркивали линию реглана. Убавления петель делайте, провязывая после краевых по 2 петли вместе изнаночной петлей.

**Воротник.** Наберите 115 петель на спицы 4 мм и вяжите 10 см резинкой 1 × 1. В 3-м ряду прибавьте петли, провязав в четырех местах на равных расстояниях друг от друга из 1 лицевой петли по 3 петли — 1 лицевую, 1 накид и 1 лицевую. В следующем ряду все накиды провяжите лицевыми перевернутыми. На 10-м см убавьте петли, провязав в тех же местах вместе изнаночной петлей 1 изнаночную, 1 лицевую и 1 изнаночную петлю.

**Сборка.** Готовые детали наколите на выкройку и, сбрызнув водой, дайте им просохнуть. Сшейте боковые швы и рукава. Вставьте рукава в проймы и пришейте их по линии реглана так, чтобы выделить дорожку крайних лицевых петель. Сложите воротник вдвое, верхнюю половину воротника пришейте налицо, а нижнюю — наизнанку горловины. Вставьте «молнии».

М. ГАЙ-ГУЛИНА.  
По материалам журнала  
«Модные Машин» [ГДР].

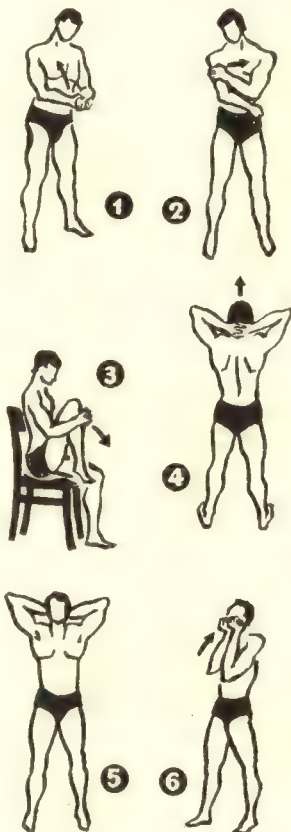
# ВМЕСТО ОТЯГОЩЕНИЯ— СОПРОТИВЛЕНИЕ МЫШЦ

Старший тренер московского бассейна «Чайка» Ю. ШАПОШНИКОВ.

В начале нашего века среди любителей атлетики довольно популярными были упражнения на самосопротивление. По своему воздействию на мышцы они аналогичны упражнениям с отягощениями, с той лишь разницей, что роль последних играют сами мышцы. Например, если в упражнениях с отягощениями для развития двуглавой мышцы плеча (бицепса) нужно взять гантель или гирию и согнуть руку в локтевом суставе, то в данном случае накладывают ладонь на ладонь и, сгибая руку в локте, оказывают другой рукой сопротивление.

Системы упражнений на самосопротивление встречаются в книгах И. Мюллера «Моя система», Г. Гаккеншмидта «Путь к силе и здоровью», Э. Иттмана «Гимнастические упражнения в комнате», которые были изданы в начале века. Подобные упражнения использовали в тренировках многие атлеты и борцы прошлого. Вот что пишет в своих воспоминаниях русский атлет Самсон: «Когда, в силу определенных обстоятельств, я не мог заниматься упражнениями с отягощениями, то выполнял упражнения на самосопротивление, которые не только хорошо поддерживали мою спортивную форму, но и прекрасно развивали силу мышц».

Как и в упражнениях с гантелями, эспандерами и другими отягощениями, в упражнениях на самосопротивление должен выдерживаться принцип постепенности в увеличении нагрузки, то есть количество повторений упражнения и степень напряжения должны увеличиваться постепенно. По мере тренированности следует увеличивать количество повторений каждого упражнения от 5 до 15, а степень напряжения от легкого до максимального, причем, по-



дойдя к максимальным напряжениям, первые 2—3 движения выполняйте вполсилы. Количество подходов также увеличивайте от одного до пяти. Во время выполнения упражнений напрягаться должны только те мышцы, которые участвуют в движении, на них и нужно концентрировать все внимание.

После выполнения каждого упражнения делайте перерыв, во время которого постарайтесь, встряхивая, разминая и поглаживая, расслаблять те мышцы, на которые приходилась наибольшая нагрузка.

Упражнения на самосопротивление можно вклю-

чать дополнительно к комплексу утренней зарядки или же отводить для них время в течение дня.

1. Левую ладонь положите на правую. Преодолевая уступающее сопротивление левой руки, согните правую в локтевом суставе — вдох, затем начинайте давить левой рукой на правую и, преодолевая ее сопротивление, вернитесь в исходное положение — выдох.

Повторите упражнение, сменив исходное положение рук. Это упражнение развивает двуглавые мышцы плеча (бицепсы) и трехглавые мышцы плеча (трицепсы). Затем упражнение можно проделать, повернув кисть сгибаемой руки ладонью вниз.

2. Обхватите пальцами правой руки плечо левой и, преодолевая сопротивление, начинайте притягивать левую руку к правой стороне груди, затем, преодолевая сопротивление правой руки, вернитесь в исходное положение. Прodeлайте это же упражнение, сменив исходное положение, то есть обхватите левой рукой плечо правой. В исходном положении делайте вдох, притягивая руку к груди — выдох. Это упражнение развивает бицепсы, дельтовидные мышцы и мышцы спины.

3. Сядьте на стул. Обхватите руками колено, сделайте вдох и, преодолевая сопротивление ноги, притяните колено к груди — выдох. Затем, оказывая сопротивление руками, разогните ногу до исходного положения — выдох. Это упражнение развивает бицепсы и мышцы бедра.

4. Соедините пальцы рук за головой. Преодолевая сопротивление левой руки и удерживая локоть правой в крайнем верхнем положении, разогните правую руку вверх — вдох.

Затем, преодолевая сопротивление правой руки,

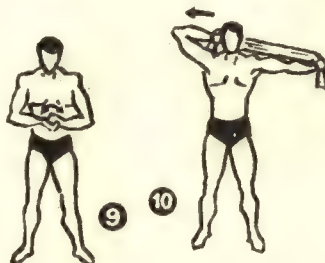
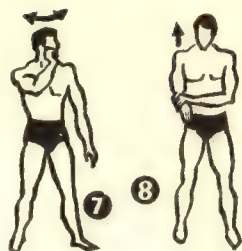


согните ее левой до исходного положения — выдох. Это упражнение развивает трицепсы и бицепсы.

5. Соедините пальцы на затылке. Преодолевая сопротивление мышц шеи, руками наклоните голову книзу до касания подбородком груди — выдох. Затем, преодолевая сопротивление рук, отклоните голову назад — выдох. Это упражнение развивает мышцы шеи.

6. Упритесь ладонями в подбородок. Преодолевая сопротивление мышц шеи, медленно руками надавливайте на подбородок, отклоняя голову назад — вдох. Затем, преодолевая сопротивление рук, наклоните голову вниз — выдох. Это упражнение развивает главным образом мышцы шеи.

7. Поверните голову до отказа влево, правой ладонью упритесь в подбородок. Преодолевая сопротивление правой руки, поверните голову до отказа вправо — вдох. Вернитесь в исходное положение — выдох. Повторите упражнение, повернув в исходном положении голову вправо, а л



подбородок упритесь ладонью левой руки.

Это упражнение главным образом развивает мышцы шеи.

8. Согните правую руку в локтевом суставе под прямым углом, пальцами левой обхватите сверху кисть пра-

вой руки. Преодолевая сопротивление левой руки, поднимите как можно выше правое плечо вверх — вдох. Опустите плечо в исходное положение — выдох. Прделайте то же упражнение, поднимая вверх левое плечо. Это упражнение развивает трапецевидные мышцы.

9. Зацепившись крайними фалангами пальцев друг за друга, начинайте сгибать в кулак пальцы правой руки, преодолевая сопротивление левой. Затем прделайте упражнение, сгибая в кулак пальцы левой руки. Это упражнение развивает мышцы предплечья.

10. Возьмите за концы полотенце и переведите его за голову так, чтобы левая рука была выпрямлена в сторону, а правая согнута к плечу. Оказывая сопротивление левой рукой, выпрямите правую в сторону. Затем, преодолевая сопротивление правой, выпрямите левую руку в сторону. Дыхание равномерное. Это упражнение развивает трехглавые мышцы плеча (трицепсы).

## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ (№ 12, 1981 г.)

**ПО ГОРИЗОНТАЛИ.** 5. Четыре (приведен обозначающий это число морской сигнальный флаг). 7. Лагман (узбекское национальное кушанье, рецепт которого приведен). 8. Грабарь (автор воспроизведенной картины «Февральская лазурь»). 9. Скуляны (населенный пункт в Молдавской ССР, место, где происходит сцена, описанная в приведенном отрывке из романа В. Катаева «Кладбище в Скулянах»). 10. «Давид» (скульптура Микеланджело). 13. Кобра. 15. Гоген (автор воспроизведенной картины «А, ты ревнуешь?»). 17. Деймос (спутник планеты Марс, показанной на снимке). 18. Руанда (государство в Африке, флаг ко-

торого приведен). 19. Рыжик. 21. Акант (растение, форма листьев которого лежит в основе коринфской капители, показанной в правой части рисунка. 23. Тромб (смерч на суше). 25. Связист (приведен нарукавный знак, обозначающий эту специальность в Советской Армии). 27. Аполлон. 28. Сарьян (автор эскиза герба Армянской ССР). 29. Ендова (старинный русский настольный сосуд для вина, пива, меда и т. п.).

**ПО ВЕРТИКАЛИ.** 1. Регата (соревнование по парусному спорту, состоящее из серии гонок). 2. Пегас (экваториальное созвездие, карта которого приведена). 3. Альпы (наиболее высокая горная система Европы). 4. Сапфир (показанный на снимке драгоценный камень). 6. Обшлаг (отворот рукава). 11. «Варежка»

(мультфильм режиссера Р. Качанова, кадр из которого приведен). 12. Довмонт (княживший в Пскове в конце XIII века; его именем зовется старинный район Пскова — «Довмонтов город»). 13. Кобальт (химический элемент, символ которого приведен). 14. Болдино (село в Горьковской области, где А. С. Пушкин написал свою «Сказку о попе и о работнике его Балде»; приведен рисунок поэта к этой сказке). 15. Гусар (недостающее слово в приведенной цитате из стихотворения К. Батюшкова «Разлука»). 16. Нырок. 20. Жизель (роль Н. Бессмертной в одноименном балете А. Адана). 22. Карман (ученый, предложивший приведенную формулу устойчивости вихревой цепочки за обтекаемым телом). 24. Мальва. 25. Скань. 26. Туец.

ПО ГОРИЗОНТАЛИ  
7. (устаревшее название).



8.



9. (одежда).



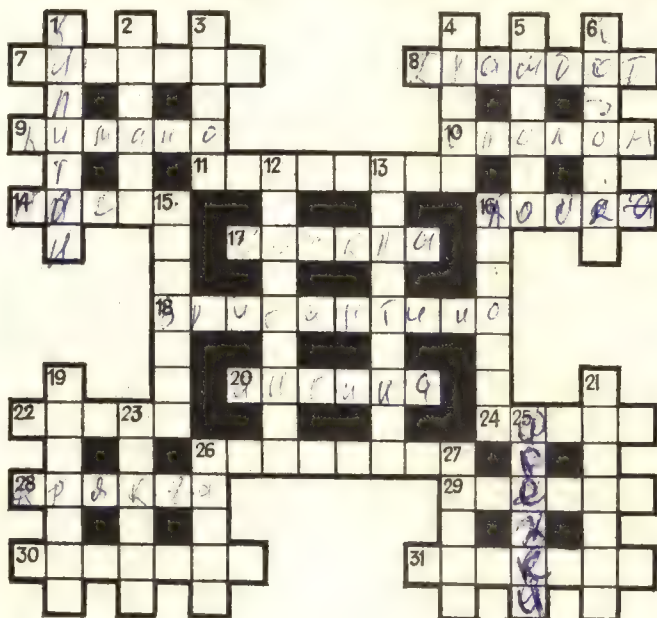
10. (вид спорта)



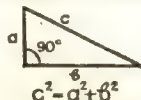
11. (кличка лошади).



# КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ



14. (родина автора)



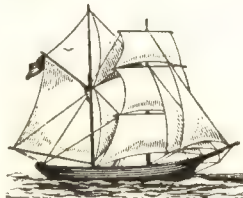
16.



17.



18.



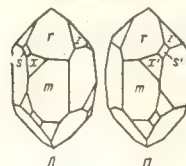
20. Миндалина припух-  
лые, слизистая оболочка

зевая красная, ощущается  
сухость в горле, боль при  
глотании, температура по-  
вышена незначительно (за-  
болевание)

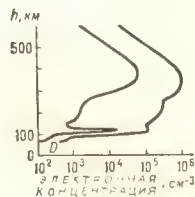
22. (квартет).



24. (минерал).



26. (ученый, предсказав-  
ший существование слоя).





го достаточно для съемки быстродвижущихся объектов.

Аппарат «Сокол» — наиболее совершенная модель среди программных автоматов, отвечающая требованиям и опытных и начинающих фотолюбителей, то есть довольно широкого круга людей. Именно так задуман он конструкторами.

Аппараты «Зоркий-10», «Вилия-Авто» и «ФЭД-Микрон» предназначены для начинающих и малоопытных фотолюбителей, занимающихся фотографией, так сказать, для себя, для съемки портретов, групп, пейзажей и т. д. и не преследующих каких-либо научных или технических целей. Это прекрасный подарок юному фотолюбителю. Все они сравнительно недороги и доступны широкому кругу людей.

Таковы эксплуатационные свойства фотоаппаратов с ЭУ. Преимущество их перед фотоаппаратами такого

же класса, но обычного типа бесспорны. И тем не менее было бы ошибкой считать, что экспонометрические устройства непогрешимы и не требуют от фотографа никакого вмешательства в процесс съемки. Нельзя упускать из виду, что ЭУ замеряет усредненную яркость всего, что попадает в кадр. Оно не учитывает интервала яркостей (контраста) объекта и не может учесть, что является сюжетно наиболее важным. Это иногда приводит к большим ошибкам в экспозиции. Такие ошибки довольно часты при съемке портретов и групп, где наиболее важной частью являются лица людей. При съемке на фоне неба, снега и вообще на светлом фоне ЭУ замерит яркость фона, который занимает в кадре больше места и значительно ярче, чем лица людей. Это неизбежно приведет к недодержке. Тот же сюжет на фоне темной листвы и

вообще на темном фоне, наоборот, будет снят с передержкой.

В этом смысле ЭУ существенно уступают ручным фотоэлектрическим экспонометрам.

Следует также знать, что контраст и плотность черных негативов зависят от состава проявителя и времени проявления пленки. При проектировании фотоаппаратов с ЭУ исходят из применения стандартного сенситометрического проявителя № 2 и того времени проявления, какое указано на упаковке фотопленки.

Опыт работы с аппаратами, снабженными ЭУ, показывает, что даже самые простые модели дают снимки достаточно хорошего качества. Главное же их преимущество в том, что они освобождают фотолюбителя от всяких забот об экспозиции, решают за него самую важную и самую трудную задачу фотосъемки.

## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### «ИСПРАВЛЕННОМУ ВЕРИТЬ...»

В фразе «Одез очки, я трудился за столом, а мой приятель молчаливо ходил взад-назад по комнате» содержатся три ошибки. Причем две из них лексические и одна — стилистическая.

Первая ошибка связана с типичным (и весьма давним) смещением в устной и мысленной речи глаголов **надеть** и **одеть**.

Слова **надеть** и **одеть** (и их производные), близкие по звучанию и составу, в русском литературном языке традиционно имеют разные значения. **Одеть** — значит «покрыть, облечь одеждой кого-нибудь». Например: **одеть ребенка для прогулки, девочка одевает свою куклу**. Слово **надеть** — значит «наизрядно что на что-нибудь, укрепить, натянуть что-нибудь» — в том числе и обувь или часть одежды. Например: **надеть кольцо на палец, надеть перчатки, надеть шляпу, плащ, надеть сапожки** и т. п.

Заметим, что глагол **одеть** по традиции сочетается

только с одушевленными существительными (одеть — кого?), а глагол **надеть** входит в сочетания с неодушевленными существительными (надеть — что?). Известно также, что этим словам в литературном языке соответствуют разные антонимы (то есть противоположные по смыслу глаголы). Для **одеть** — это **раздеть**, а для **надеть** — **снять**.

Таким образом, об очках можно сказать только: **надеть очки, надетые на нос очки** и т. п. (ср. **снять очки, снятые очки** и т. п.).

Вторая ошибка также связана со смещением близких по значению и звучанию слов (паронимов): **молчаливо** и **молча**.

Наречие **молчаливо** образовано от прилагательного **молчаливый** — то есть «немногословный» или «неразговорчивый, тихий». В литературном языке оно употребляется в расширительном значении «без лишнего слов, не говоря много». Например: предложение было **молчаливо** одобрено (то есть

без особого обсуждения), **гости молчаливо разошлись** (то есть без долгих разговоров и прощаний).

Что касается наречия **молча** (из деепричастия к глаголу **молчать**), то оно значит буквально: «ничего не говоря, не разговаривая, не произнося ни звука». А в нашей фразе как раз речь и идет о молчащем человеке. Значит, правильное было сказать: **приятель молча ходил** (а не **молчаливо** ходил).

Третья ошибка — это употребление просторечного выражения **взад-назад**, которое состоит, в сущности, из простого повторения одного и того же слова. Это типичное искажение фразеологизма **взад и вперед** (то есть из одной стороны в другую, туда и сюда, туда и обратно). Значит, следовало сказать **ходил взад и вперед** (или **ходил взад-вперед**, а не **взад-назад**).

Доктор филологических наук Л. СКВОРЦОВ.

# МЫШЦЫ И УПРАЖНЕНИЯ

Старший тренер Московского бассейна «Чайка» Ю. ШАПОШНИКОВ.

Занимаясь физическими упражнениями, очень важно знать мышцы своего тела, представлять, какие функции они выполняют и как эти мышцы развивать. Особенно нужны такие знания тем, кто занимается атлетическими упражнениями с отягощением: в этом случае необходимо не только правильно выполнять упражнения, но и концентрировать внимание на сокращении и расслаблении мышц, принимающих участие в том или ином движении.

Все эти знания обязательно пригодятся каждому человеку, следящему за своим физическим состоянием, за осанкой, за красотой фигуры. Если у него ослабела или иная группа мышц, например, брюшного пресса, спины, никогда не поздно подтянуть отстающую группу, потренировать ее отдельно.

Приведенная схема дает общее представление о расположении основных мышц. Здесь же рекомендованы наиболее характерные упражнения, с помощью которых на них можно воздействовать.

**1. Двуглавая мышца плеча (бицепс).** Расположена на передней поверхности плеча. Эта мышца сгибает руку в локтевом суставе, участвует в повороте предплечья наружу.

**Упражнение.** Исходное положение — основная стойка, руки с гантелями вдоль туловища, ладонями вперед. Поперечное сгибание и разгибание рук в локтевых суставах. Дыхание произвольное.

**2. Мышцы шеи.** Наклоняют голову вперед, назад, в стороны, поворачивают влево и вправо.

**Упражнение.** Исходное положение — ноги на ширине плеч, руки на поясе. Круговые вращения головы влево и вправо. Во время наклона головы назад — вдох, в момент наклона вперед — выдох.

**3. Трапецевидная мышца.** Поднимает и опускает плечи, приближает лопатки к позвоночнику, отклоняет голову назад.

**Упражнение.** Исходное положение — ноги на ширине плеч, в опущенных руках отягощение (штанга, гантели, гири). Поднимайте и опускайте плечи. Поднимая плечи, делайте вдох, опуская — выдох.

**4. Дельтовидная мышца.** Эта мышца принимает участие в поднимании руки вперед, в сторону и отведении назад.

**Упражнение.** Исходное положение — ноги на ширине плеч, руки с гантелями вдоль туловища ладонями внутрь. Поднимите прямые руки в стороны — вдох, опустите в исходное положение — выдох.

**5. Большая грудная мышца.** Приводит руку к туловищу и вращает ее внутри.

**Упражнение.** Лягте на спину, руки с гантелями в сторону. Поднимите руки вперед до вертикального положения — выдох, затем медленно опустите их в исходное положение — вдох.

**6. Мышцы предплечья.** Мышцы, находящиеся на внутренней стороне предплечья, сгибают пальцы и кисть, а находящиеся на наружной стороне — разгибают их.

**Упражнение.** Накручивание на палку шнура с грузом на конце. Поочередно перехватывая кистями палку движением на себя, наматывайте шнур на палку. Разматывая таким же образом шнур, постепенно вер-

нитесь в исходное положение. Затем наматывайте шнур движением от себя.

**7. Прямая мышца живота.** Расположена вдоль передней стенки брюшного пресса. Эта мышца сгибает туловище вперед.

**Упражнение.** Сядьте на стул, носками прямых ног зацепитесь за неподвижную опору, руки с отягощением поднимите за голову. Медленно наклоните туловище назад, стараясь прогнуться побольше — вдох, затем вернитесь в исходное положение — выдох.

**8. Четырехглавая мышца бедра.** Расположена на передней поверхности бедра. Разгибает ногу в коленном суставе, участвует в сгибании бедра в тазобедренном суставе.

**Упражнение.** Ноги на ширине плеч. Приседания с отягощением на плечах. Приседая, делайте выдох, возвращаясь в исходное положение — вдох.

**9. Икроножная мышца.** Расположена на задней поверхности голени. Эта мышца сгибает стопу.

**Упражнение.** Поставьте ноги на ширину плеч, под пальцы подложите брусок высотой 5—7 см. Поднимитесь на носки — вдох, затем опуститесь на пятки — выдох.

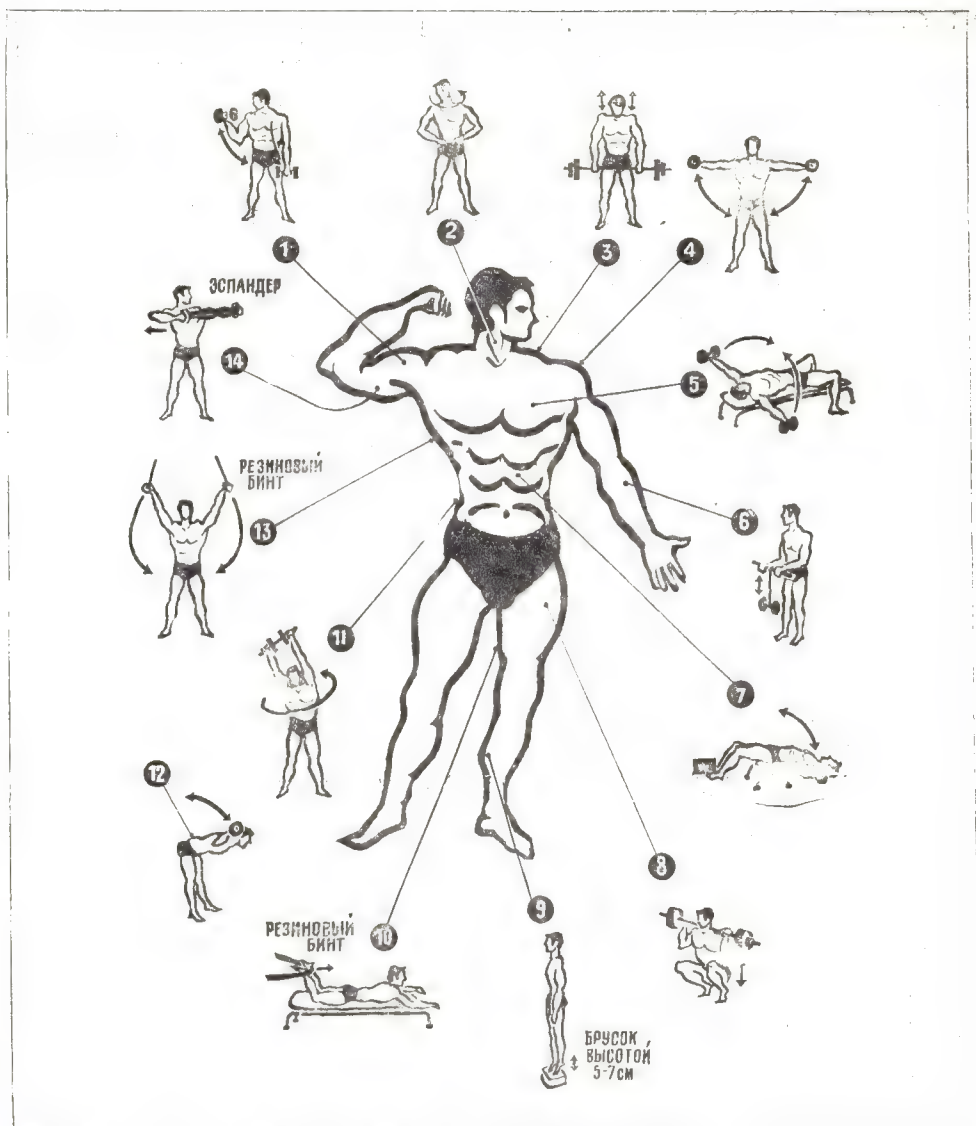
**10. Мышцы задней поверхности бедра (двуглавая мышца бедра).** Эта мышца сгибает ногу в коленном суставе.

**Упражнение.** В положении лежа на животе сгибайте и разгибайте ноги в коленных суставах с преодолением сопротивления (в данном случае — резиновый бинт).

**11. Наружная косая мышца живота.** Находится сбоку брюшного пресса. Участвует при вращении и наклоне туловища.

**Упражнение.** Поставьте ноги шире плеч, руки с





отягощением поднимите вверх или за голову. Прodelайте круговые движения туловища в левую и правую стороны. В момент прогибания — вдох, во время наклона туловища вперед — выдох.

**12. Длинные спинные мышцы** (разгибатели туловища). Эти мышцы располагаются вдоль всей спины, по обе стороны позвоночного столба. Они разгибают туловище, а также участвуют в наклонах туловища в стороны и вращениях. **Упражнение.** Поставьте ноги на ширину плеч, поднимите отягощение за голову и придерживайте его

руками. Не сгибая ноги в коленях, наклоните туловище вниз — выдох, затем вернитесь в исходное положение — вдох.

**13. Широчайшая мышца спины.** Находится на задней поверхности грудной клетки. Приводит плечо к туловищу, вращает руку внутрь, тянет ее назад.

**Упражнение.** Закрепите середину резинового бинта на потолке, поднимите руки вверх и возьмитесь за концы бинтов так, чтобы они были в натянутом положении. Не сгибая руки в локтях, опустите их через стороны вниз до касания бедер — выдох, затем мед-

ленно поднимите руки в исходное положение — вдох.

**14. Трехглавая мышца плеча (трицепс).** Расположена на задней поверхности плеча. Эта мышца разгибает руку в локтевом суставе.

**Упражнение.** Возьмите эспандер, развернув ладони внутрь. Поднимите левую руку в сторону, а согнутую правую прижмите к груди. Не сгибая левую руку, разогните правую в сторону до полного выпрямления — вдох. Сгибая правую руку, вернитесь в исходное положение — выдох. Прodelайте упражнение каждой рукой.

# КОШАЧЬЯ ЛАПКА



Выжженный солнцем суходол скуден на травы. Еще беднее склон бугра, обращенный на юг. Что увидим мы тут летним днем? Из злаков, пожалуй, только полевицу собачью, овсяницу овечью, белоус да изредка щучку. Попадутся на горячих успехах также ястребинки волосистые, гвоздники травянки, лапчатки прямостоящие и кошачьи лапки. Все эти растения нетребовательны к почвам, жаровыносливы, способны достаточно глубоко укореняться. Травы, менее приспособленные к засухе, здесь не обитают. Им необходимы плодородные участки, влага и даже соседство рослых, осеняющих трав.

Познакомимся поближе с обитательницей засушливого суходола — с кошачьей лапкой двудомной (*Antennaria dioica*). Первое, что бросится в глаза, это малый рост травки: в—25 сантиметров. Низкорослость, должно быть, неперемный признак жаровыносливых растений. Другой их признак — опушенность. Кошачья лапка, например, покрыта войлочком, который защищает ее от усиленного испарения, а значит, и от иссушения. Глубокое залегание корней обеспечивает растение влагой, весьма дефицитной в тех местах. А произрастает кошачья лапка не только на склонах холмов, но и на бесплодных лугах, на солнечных полянах, в сосновых борах, раскинувшихся на песках. Песчаника, сухопут — что-нибудь да значат эти народные названия травы.

А почему «кошачья лапка»? Такое странное прозвище трава получила из-за нежных, бархатистых головок, несколько схожих с

кошачьими лапками. Другие народные клички тоже намекают на особенности растения. Богородицына трава и бессмертник — эти прозвища связаны с тем, что кошачья лапка и сухая не увядает. Пленчатые обертки цветков у нее сухие, как сухие они у цмина песчаного. Такие травы-неувяды именуются бессмертниками, или имморталями. В деревнях бессмертником украшали киоты с иконами, оттого-то и прозывался богородицной травой. Медицинское прозвище кошачьей лапки грудная трава: из нее готовили грудной чай при простуде. Есть у нее и легендарное имя нечуй-ветер, нечувика; сохранилось в народных сказаниях и преданиях. Трава нечуй-ветер будто бы помогает слепцам открывать залягавшие клады.

Нецветущие побеги кошачьей лапки стелются по земле. С собой они совсем невзрачные, так что пройдеши мимо и не заметишь. Эти побеги способны укореняться. Назначение стебля — поддерживать головки соцветий. Несколько головок обычно составляют метелку. Трава эта двудомная: на одних кустиках располагаются лишь пестичные цветки, на других тычиночные. (Если и встречается среди них пестик, то он бесплоден.) Листочки обертки вверху сухопленчатые, в мужских цветках они тупые, белые; в женских заостренные, розовые.

На побегах и возле корня листья нечуй-ветра сидят скученно, по форме они лопаточкой. Верхние листья продолговатые, линейные, по количеству их немного. Лицевая сторона листьев голая, нижняя шерстистая,

будто затянута белым войлочком. Корневище кошачьей лапки шнурами расходится в стороны, но ветвится оно мало.

На земном шаре кошачьих лапок не так уж мало: ботаники изучили и описали свыше ста видов. Приурочены травы преимущественно к умеренным и северным широтам, а также к горным условиям. В нашей стране известно пять видов кошачьей лапки. Помногу встречается представитель этого рода в тундрах, особенно по лишайниковым ерникам. Зимует нечуй-ветер в зеленом состоянии, так что, раскопав снег, олени, можно сказать, достают ее живую. И, что ценно, кошачья лапка великолепно переносит даже интенсивный зимний выпас. Лишь только растает снег, трава снова примется восстанавливать свои побеги. Опять густа и обильна. В средней полосе России на корм этот охотников нет ни зимой, ни летом. Коровы, лошади и овцы кошачью лапку не едят из-под копыта. В сено сухолох почти не попадает, поскольку на выжженных склонах и по соседям никто покосы не устраивает. Полагают, что надземная часть переложной травы содержит действующие вещества — алкалоиды. Может, потому-то и не трогают траву домашние животные.

Кошачья лапка — старинное целебное средство. В своей книге «Растительные ресурсы Кавказа» (Баку, 1946) А. А. Гроссгейм, останавливаясь на полезных свойствах этой травы, делает помету: «Хорошее кровоостанавливающее, особенно при кровохарканьях». Самобытные ветеринары настоями на кошачьей лапке лечили овец от поноса, называемого в старину мылом. Ее порошком присыпали порезы и раны — способствует заживлению.

Растение это многолетнее, в местах обитания образует дернинки. Так что ненарушиваемость склона и террасы при паводках в какой-то

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. М. ГЛУШКОВ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. иллюстр. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор Б. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

©Издательство «Правда». «Наука и жизнь». 1980.

Рукописи не возвращаются.

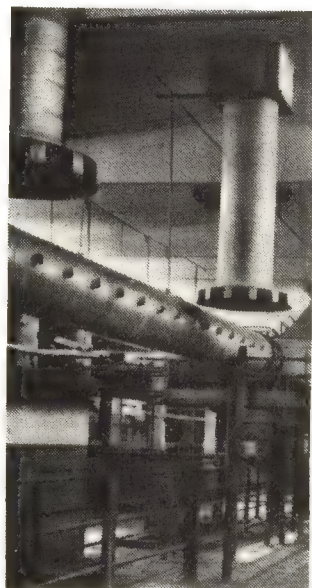
Сдано в набор 21.08.80. Подписано к печати 16.10.80. Т 18906. Формат 70×108<sup>1/16</sup>. Высокая печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Тираж 3 000 000 экз. (4-й завод: 2 550 001—3 000 000). Изд. № 2539. Заказ № 585.

Набрано и сматрицировано в ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типографии газеты «Правда» имени В. И. Ленина, 125865, Москва, А-137, ГСП, ул. «Правды», 24. Отпечатано в ордена Ленина типографии «Красный пролетарий», Москва, Краснопролетарская, 16.



двигаться на нефтяное пятно с наветренной стороны, оставляя за собой очищенную полосу шириной 50 метров. На сборщиках имеются специальные «ножи», которые дистанционно устанавливаются в такое положение, чтобы они соскребали весь слой нефти и захватывали как можно меньше морской воды. Собранная смесь засасывается и направляется в танк. Вода, имеющая большую плотность, опускается вниз, откуда она выкачивается насосами и, пройдя через сепараторы, выбрасывается в море. Когда танк полностью загружен, земснаряд должен вернуться в порт или перекачать собранное горючее в подошедший танкер.

Перспектив фирмы.



# ИСКУССТВЕННЫЙ КЛИМАТ В КОРОВНИКЕ

Чтобы наиболее эффективно работала тонкая биологическая механика организма животного, переводя растительный корм в ценные мясные и молочные белки, надо создать скоту хорошие условия.

Поэтому специальные системы кондиционирования воздуха для больших животноводческих комплексов уже не новинка. Но установка SL80, выпуск которой налажен в Дрездене (ГДР), имеет немало преимуществ перед известными конструкциями.

Принцип ее устройства блочный. Поэтому, комбинируя блоки разной мощности, можно создать систему, рассчитанную на данный конкретный коровник. Мощность вентиляционной установки с отоплением составляет у разных вариантов этого блока 1000—20 000 кубометров в час, мощность нагрева—28—110 киловатт, мощность вентиляторов в приточных устройствах, размещаемых в стенах или на потолке,—1700—15 500 кубометров воздуха в час. Монтаж, ремонт и уход нетрудоемки.

На снимке—вариант системы SL80 с центральным воздухопроводом и потолочными вентиляционными блоками, используемыми в летнее время.

«Экспорт ГДР»  
№ 2, 1980.

# РАБОТАЮТ ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ

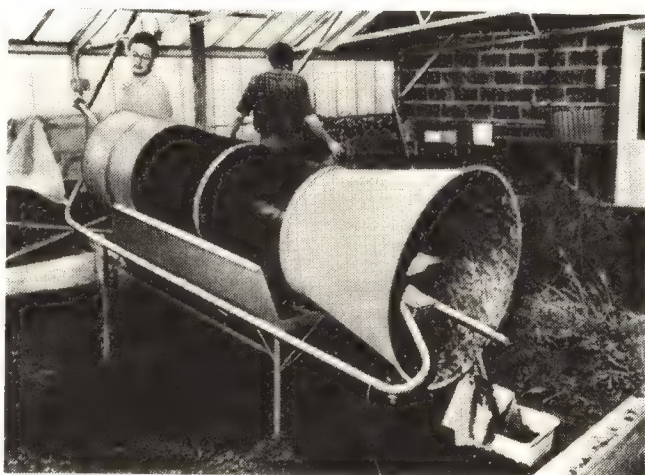
В университете штата Нью-Йорк ведутся работы, цель которых—привлечь к очистке городских сточных вод дождевых червей.

После прохождения через системы станции очистки сточные воды становятся чистыми и безопасными, и их сбрасывают в реку. Но на станции накапливается осадок—ил с богатым содержанием органики. Его можно было бы применить в качестве удобрения, но сделать это мешает большое количество патогенных микроорганизмов, имеющихся в нем, и его неприятный запах. Приходится подвергать осадок дальнейшей обработке.

Ускорить и упростить эту обработку, возможно, помогут обыкновенные дождевые черви. Опыты показали, что, заселив осадок ими, через некоторое время можно получить вполне пригодный для внесения под сельскохозяйственные культуры компост. Постоянно перекапывая ил, черви аэрируют его, усиливая этим процессы окисления, уничтожая запахи и большую часть микробов. Время, необходимое для превращения канализационного осадка в компост, сокращается на 50—75 процентов по сравнению с тем, когда этот процесс идет без участия червей.

На снимке—вращающееся сито, на котором от готового компоста отделяются черви. Они собираются на выходе из трубы, справа, и переносятся в «свежую» порцию осадка.

«Science news»  
5.1.1980.



# АКСИОМЫ БИОЛОГИИ

## АКСИОМА ЧЕТВЕРТАЯ

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

Из второго начала термодинамики, о котором говорилось в первом из очерков, вытекает чрезвычайно важное следствие: нельзя получить энергию, только отнимая у какого-либо тела тепло. При этом нужно нагревать другое тело. В конце концов температуры обоих тел, образующих такую систему, сравняются — и энергию получать уже будет нельзя. Пример такой системы — паровой котел и холодильник. Эта система работает лишь тогда, когда вода в котле может кипеть, а пар в холодильнике — конденсироваться. При этом происходит как бы перекачка тепла от более нагретого тела к менее нагретому.

Но теплота — это кинетическая энергия хаотически движущихся молекул. Поэтому система «паровой котел — холодильник» с разницей температур менее вероятна, чем система, во всех частях которой средняя кинетическая энергия слагающих ее молекул одинакова. Во втором случае максимума достигает энтропия — так называют омертвленную энергию, которую нельзя превратить в работу. А энтропию физики определяют как логарифм вероятности состояния системы. Хаос вероятнее структуры, — люди понимали это всегда. Именно ясным сознанием того, что порядок не может возникнуть из беспорядка, объясняется столь раннее становление двух противоположающихся теорий развития — преформизма и эпигенеза (смотри аксиому первую). Но, пожалуй, лишь великий физик Людвиг Больцман в прошлом веке выразил это количественно.

И невозможность создания вечного двигателя второго рода, при работе которого возникает, а не выравнивается разность температур (или давлений, или электрических потенциалов), стала уже следствием более общего закона самопроизвольного перехода порядка в беспорядок. (Кстати, житейский пример. Все мы знаем, что для наведения порядка в квартире или хотя бы на письменном столе требуется затратить какую-то долю энергии. А вот беспорядок возникает сам, его специально создавать не нужно.)

Чтобы построить жилище — это относится и к первобытной хижине и к высотному дому, — люди затрачивали уйму энергии. А судьба их творений, если их предоставить самим себе (то есть не тратить энергии на поддержание структуры), была одинаково

вой — они рассыпались, превращаясь в бесформенные, но зато более вероятные с точки зрения термодинамики груды строительных материалов. Энергия, затраченная на их сооружение, в конце концов переходила в энергию теплового движения молекул, омертвлялась в энтропию.

А структуры наших тел? Не начинают ли они — в среднем после 50 лет — постепенно распадаться, уступая непреложному росту энтропии? В конечном счете все успехи геронтологии лишь чуть-чуть затормаживают этот процесс. Об этом хорошо сказал Омар Хайям:

В этом мире ты мудрым слывешь? Ну и что? Всем пример и совет подаешь? Ну и что? До ста лет ты намерен прожить? Допускаю. Может быть, до двухсот проживешь.

Ну и что?

Есть по меньшей мере добрая сотня гипотез, объясняющих, что такое старость и как с нею бороться. Я с трудом удерживаюсь от желания добавить к ним сто первую, которая кажется мне наиболее обоснованной. Но сейчас не это является нашей задачей. Мы должны понять, что второе начало термодинамики требует постепенного разрушения генетических программ клеток. Случайные, непредсказуемые и равнодушные к судьбам организмов изменения генетических программ приводят к нарушению стройного порядка поддержания фенотипов. И прав был Энгельс, когда писал: «Жить — значит умирать».

Но этого мало. Ведь клетки — предшественники гамет (яйцеклеток и спермиев) также подвержены мутациям, которые, буде это случится, перейдут в следующее поколение. Дети передадут их внукам с добавлением новых (вспоминаются древнеримские стихи: «Отцы были хуже, чем деды, — нас негодных вырастили»). Получается, что игра в испорченный телефон от поколения к поколению в конце концов приведет к полному разрушению структур наших организмов, торжеству энтропии.

Итак, мы пришли как будто к печальному выводу: хаос побеждает структуру. Случайные, ненаправленные изменения генетических программ должны, накапливаясь из поколения в поколение, разрушать и сами программы и те фенотипы, которые этими программами кодируются.

Если бы вывод был только печален, но ведь он и неверен. Все мы отлично знаем, что структуры живых организмов сохраня-

Окончание. Начало см. «Наука и жизнь» №№ 2—6, 1980.



ются от поколения к поколению. Более того, мы знаем, что в ходе эволюции шло непрерывное усложнение структур. Два миллиарда лет назад на Земле обитали лишь бактерии и сине-зеленые водоросли, 200—300 миллионов лет спустя появляются организмы с оформленным ядром — пока еще простейшие, одноклеточные, примитивные грибки. А дальше — беспозвоночные: кишечнополостные, черви, моллюски. 500 миллионов лет назад на сцену жизни выходят хордовые. «Век рыб» сменяется «веком земноводных», затем «веком рептилий», и вот на командные посты в биосфере выходят млекопитающие, наконец, человек. Где же здесь победа энтропии? Да и подчиняется ли живая природа второму началу?

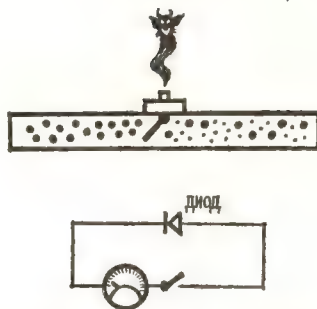
### «ДЕМОН МАКСВЕЛЛА»

Чтобы решить эту проблему, вернемся назад. В прошлом веке великий физик Максвелл предложил поставить мысленный эксперимент. Представьте себе, говорил Максвелл, трубку, заполненную разреженным газом. Трубка посередине разделена перегородкой. В перегородке есть заслонка, дверца. Допустим, что у этой заслонки имеется некоторое существо или устройство, различающее молекулы по скоростям. Это существо — демон — открывает заслонку перед быстрыми молекулами и закрывает перед медленными, то есть сортирует их по энергиям.

В результате отбора, производимого демоном, быстрые молекулы соберутся в одной половине трубки, а медленные — в другой. Один конец устройства разогреется, другой охладится. Общая энергия устройства останется прежней, так что первое начало термодинамики (закон сохранения энергии) мы не нарушим. Но система перешла от более вероятного состояния к менее вероятному. Демон получил разность температур, позволяющую совершить работу — в обход второго начала термодинамики. Ведь горячую половину трубки можно будет использовать как котел, а холодную — как холодильник, конденсатор, или же присоединить к ним концы термопары и таким образом получить электрический ток.

На рисунке показана схема, позволяющая воссоздать парадокс Максвелла. Соберите электрическую цепь с диодом (или иным выпрямителем), пропускающим ток только в одном направлении. Свободные электроны в металле находятся в состоянии хаотического теплового движения (электронный газ). Как и во всяком газе, в нем возникают флуктуации: мы их не видим, но слышим как шипение и потрескивание в динамике приемника (там они усиливаются, и они-то как раз и являются помехой приема слабого сигнала). Диод должен сыграть роль демона: пропуская электроны в одну сторону, он должен создать разность потенциалов, за счет которой можно выполнить работу.

Собрать такую схему в школьном кабинете физики — минутное дело. Еще быстрее мы убедимся, что диод не желает быть



Гипотетическое устройство, иллюстрирующее парадокс Максвелла. Трубка заполнена разреженным газом, устройство с подвижной заслонкой (демон) может отбирать молекулы по скоростям. Внизу — реализация устройства в электрической цепи; в качестве объекта отбора выступает электронный газ (свободные электроны в проводнике), в роли демона — диод.

демоном: ток в схеме не возникает. Причина ясна. Вернемся к примеру с разреженным газом в трубке. За неимением демона снабдим заслонку какой-нибудь пружиной, которая будет открывать дверцу только после удара быстро движущейся молекулы, то есть обладающей высокой энергией. Дверца откроется, пропустит молекулу, предварительно отняв у нее энергию на деформацию пружины. В случае же с электронами роль пружины выполняет сопротивление диода!

А если у нас все-таки есть демон? Допустим его существование, ведь эксперимент у нас мысленный. Можно допустить даже и то, что на открывание заслонки энергия не расходуется. Но каким образом наш привратник узнает, какую молекулу надо пропустить, а какую нет? Для этого он должен знать скорость молекул, непрерывно получать информацию об их координатах в каждый момент времени. Но информация не дается даром. А. Бриллюэн показал, что затраты на различение молекул с лихвой компенсируют возможный прирост энергии. Как тут не вспомнить шутовское замечание: первое начало термодинамики утверждает, что в игре с природой нельзя выиграть, а второе, — что нельзя даже остаться при своих. На атомно-молекулярном уровне отбор оказывается невозможным.

А в живой природе? Тут вступает в действие принцип, который Н. В. Тимофеев-Ресовский назвал принципом усиления, а Манфред Эйген — квантово-механическим усилением. Понять его действие можно из примера, приводимого новосибирским генетиком В. А. Ратнером. Допустим, что мы имеем оплодотворенную яйцеклетку — носительницу мутации какого-нибудь гена, кодирующего важный для жизни фермент. В процессе роста и развития организма яйцеклетка превратилась в миллион миллиардов клеток ( $10^{15}$ ). Соответственно умножились гены. Каждый ген продуцирует, допустим, 100 молекул мРНК, и на каждой молекуле мРНК синтезируется в среднем 100 молекул фермента. Наконец, каждая

молекула фермента в минуту осуществляет, скажем, 10 000 актов какой-либо реакции. Итак,  $10^{15} \cdot 10^2 \cdot 10^2 \cdot 10^4 = 10^{23}$ . Вот насколько усиливаются результаты одного-единственного квантового скачка одной мутации!

А если мы имеем дело с эволюцией микроорганизмов, например, вирусов? Здесь размножаются сами генетические программы. Напомню, что примерно за 30 минут в бактериальной клетке может синтезироваться около 200 фаговых частиц. Во втором поколении каждый из фагов даст снова 200 потомков, и в конце концов, открывая на центрифуге фаговый лизат бактериальных клеток, мы можем получить миллиграммы, а при желании и граммы фагов — потомков одного-единственного.

Это уже вполне осязуемые количества, с которыми может работать демон. И такой демон существует — это естественный отбор, «демон Дарвина», как удачно его назвал известный биохимик, популяризатор и фантаст Айзек Азимов. Именно отбор пропускает в следующее поколение организмы со структурой, не слишком сильно измененной, или с изменением, дающим повышенные шансы на выживание и дальнейшее размножение. Если преимущество обеспечивается усложнением организации, — что же, «демон Дарвина» отберет и пропустит через свою «заслонку» в будущее чрезвычайно редкие варианты, подобные сверхбыстрым молекулам в газе из мысленного опыта Максвелла. Так идет прогрессивная эволюция.

Значит ли это, что жизнь не подчиняется второму началу термодинамики, что она не повышает, а понижает энтропию? Высказывались и такие мнения. Но это — заблуждение. Жизнь нарушает второе начало не в большей мере, чем радиоприемник. Все мы по печальному опыту знаем, что банальный транзистор, приняв невообразимо слабый сигнал, может его усилить до такой степени, что возникнет опасность для барабанных перепонок соседей. Но на это затрачивается свободная энергия батареек. Она расходуется, в частности, на преодоление сопротивления диодов и прочих элементов, превращаясь в тепло-хаотическое движение молекул. Из-за угла снова выглядывает ухмыляющаяся энтропия.

В жизни то же самое. Растения утилизируют лишь немногие проценты падающей на них солнечной энергии (не более 2 процентов). Растительноядные животные усваивают не более 10 процентов энергии пищи, хищники, находящиеся на концах пищевых цепей, — и того меньше. Коэффициент полезного действия жизни существенно меньше кпд первых паровозов Стивенсона. Ничего не поделаешь — на усиление требуется энергия. Я как-то писал и теперь еще раз повторю, что жизнь вообще, и человек в первую очередь, в той же мере снижает энтропию солнечной системы, в какой карманный воришка повышает национальный доход.

Важно подчеркнуть, что отбор действует не прямо на измененные генетические программы, а на организмы-фенотипы, в кото-

рых каждое изменение в миллиарды миллиардов раз усиливается.

Вот мы и подошли к формулировке четвертой аксиомы.

Случайные изменения генетических программ при становлении фенотипов многократно усиливаются и подвергаются отбору условиями внешней среды.

## «ДЕМОН ДАРВИНА»

Естественный отбор, так же как искусственный, где роль условий внешней среды выполняют требования человека, — это не просто уничтожение одних особей в популяции и сохранение других. Это — дифференциальное размножение, большая вероятность оставить потомство. Вот простой пример: допустим, мы отправили в трудное путешествие через горы и пустыни караван из лошадей, ослов и их помесей — мулов, причем все животные навьючены до предела возможностей. Скорее всего до цели дойдут лишь мулы, сочетающие выносливость осла и силу лошади. Но они бесплодны, оставить потомство не могут. Это не отбор.

Один весьма уважаемый мною физик эмоционально отрицал значение отбора. Среди его доводов был и такой: уничтожая худшие фенотипы, отбор не улучшает популяцию. И приводил пример: у меня в кармане есть золотые, серебряные и медные монеты. Если я выброшу все медные монеты, стану ли я богаче?

Маститый физик не учел одного признака, отличающего монеты от живых организмов: монеты не размножаются в карманах.

Но допустим, что они размножаются делением, как бактерии, хотя бы раз в сутки. Если бы карман был неограниченной вместимости, бездонный, — ничего, кроме разрастания нашей «популяции монет», не произошло бы. Но бездонных карманов не бывает, как на Земле не бывает бесконечных пространств для расселения видов животных и растений. А это значит, что, когда карман переполнится, лишние монеты будут высыпаться, рост популяции в ограниченном пространстве кармана стабилизируется. Введем фактор отбора — выбросим медяки. Освободившееся место займут золотые и серебряные монеты. Выбросим и серебро. Через два-три деления карман будет набит золотом.

Итак, еще и еще раз подчеркнем: отбор не уничтожение, а дифференциальное размножение!

Однако эволюция на основе отбора случайных изменений генетических программ многим кажется неприемлемой и невероятной. Да и сама случайность трактуется как еще не познанная закономерность.

Пожалуй, лучше всего сказал об этом заблуждении известный венгерский математик Альфред Реньи, приписав свои мысли Паскалю в блестящей стилизации «Письма о вероятности» («Мир», 1970):

«...Я наткнулся на «Размышления» Марка Аврелия и случайно открыл ту страницу, где он пишет о двух возможностях: либо мир является огромным хаосом, либо в



нем царствуют порядок и закономерность... И хотя я уже много раз читал эти строки, но теперь впервые задумался над тем, а почему, собственно, Марк Аврелий считал, что в мире господствуют либо случайность, либо порядок и закономерность? Почему он думал, что эти две возможности исключают друг друга?.. В мире господствует случай и одновременно действуют порядок и закономерность, которые формируются из массы случайностей, согласно законам случайного».

Любой дарвинист подпишется под этими словами. В эволюции участвуют и случайный, мутационный процесс (изменение генетических программ) и упорядоченный процесс отбора фенотипов по их соответствию условиям внешней среды. Всегда ли эти процессы идут рука об руку?

Мы уже рассматривали примеры быстрого и эффективного действия отбора в предыдущей статье («Наука и жизнь» № 6, 1980) — микробы и антибиотик, крысы и антикоагулянты. Рассмотрим теперь обратные примеры. Что будет с какой-либо структурой организма, если отбор по отношению к ней перестанет действовать?

Можно предположить, что в генетических программах, кодирующих построение этой структуры, будут накапливаться неконтролируемые мутации. В результате признак станет изменяться самым случайным образом, превратится в рудимент и, наконец, попросту исчезнет. Вот несколько примеров действия отбора на разных уровнях, начиная с молекулярного.

Известный исследователь Сол Спигелман поставил замечательный опыт — он моделировал дарвинскую эволюцию в пробирке.

Есть довольно простой бактериофаг Q $\beta$  (читается «ку-бета»). Генетической матрицей его является короткая нить РНК (3600 нуклеотидных звеньев). Попадая в бактерию-хозяина, он начинает синтезировать белки и в первую очередь тот фермент, который катализирует матричный синтез его РНК. Спигелман выделил достаточное количество этого фермента — репликазы. С помощью репликазы можно синтезировать РНК бактериофага в пробирке — достаточно добавить в нее исходный материал — звенья будущей цепи и матрицу — очищенную РНК, на которой будет идти синтез.

Когда молекулы РНК размножатся в пробирке, часть матриц можно перенести в следующую — и так до бесконечности. Оказалось, что если переносы делаются достаточно часто — через 15 минут, то в популяции молекул ведется самый настоящий отбор на скорость репликации. Через 74 переноса РНК синтезировались уже в 15 раз быстрее, потому что стала в 7 раз короче. Короткие, недостроенные, но способные к репликации варианты молекул получали в этом случае преимущество. При этом из них выпадали огромные по протяженности части последовательностей — в том числе и сам ген репликазы. Он не может работать — ведь в пробирке нет условий для синтеза фермента, да и не

нужен, поскольку фермент поставляется в готовом виде. Естественно, такая РНК может существовать лишь в тепличных условиях пробирки, она уже не способна заразить бактерию (так и болонка не может загрызть олея в отличие от своего прародителя — волка). Ненужные звенья нуклеотидной цепи были потеряны за восемнадцать с половиной часов.

Так же, как и РНК, фага Q $\beta$  теряет ненужные участки из матричной РНК, многие организмы теряют ненужные им детали своих структур. Так утратили глаза пещерные, подземные и глубоководные животные, так утратили гемоглобин антарктические белокрылые рыбы (в холодной воде газы растворяются лучше, а обмен веществ заторможен). И дело здесь не в упражнении органов, как говорят ламаркисты. Просто отбор перестает следить за формированием ненужной организму структуры, и этого достаточно. Остальное делает второе начало термодинамики.

Внутренние паразиты сначала потеряли органы чувств, в первую очередь глаза, затем у них до предела упростилась нервная система, наконец, как у ленточных червей, исчезла и пищеварительная. Зачем солитеру кишечник, когда он может всасывать уже переваренную хозяином пищу всей поверхностью тела? Но те структуры, которые поддерживает отбор, сохраняются и развиваются, например, органы прикрепления к стенке кишечника — присоски, крючья и прочие хитроумные приспособления.

Вот еще более любопытный пример. У некоторых орхидей из рода Офрис цветы похожи на самок шмелей или одиночных пчел. Опыляются они самцами этих же видов, которые по ошибке принимают цветки за самок. Ясно, что все мутации, изменяющие вид цветка, отсекаются отбором — ведь эти цветы оказываются тогда неопыленными. Но вот на Британских островах один из видов этих орхидей стал самоопылителем. Цветам не нужно было походить на насекомых — и они очень быстро стали разнообразными по форме и окраске за счет неконтролируемых отбором мутаций.

Мы видим, что отбор может убирать ненужные структуры — лишние последовательности РНК бактериофага, сохранять структуры на одном уровне (орхидей Офрис) и создавать новые. В тех же случаях, когда для благоденствия вида среда требует усложнения его структур, это происходит. И тогда мы наблюдаем эффекты прогрессивной эволюции, о которых говорилось в начале этой статьи, когда «век рыб» сменяется «веком амфибий», затем «веком пресмыкающихся» и т. д.

Но усложнение структур — лишь один из способов выживания. Все прочие, в том числе и регрессивное развитие, в холодном, не знающем человеческих моральных оценок мире эволюции оказываются ничуть не хуже. Поэтому в мире существуют и туберкулезная бацилла и человек, и неправомерно спорить, кто из них лучше приспособлен.

Итак, эволюция идет не по отбору слож-



ных, а по отбору приспособленных организмов. Иногда полезна более высокая степень организации, а иногда и наоборот. Н. К. Кольцов писал еще в 1933 году, что «огромное значение регрессивных процессов в эволюции не должно удивлять нас, так как это явление вытекает из применения второго закона термодинамики». Действительно, в случае регрессивного развития отбор не мешает возрастанию энтропии.

Думаю, рассмотренных примеров достаточно для того, чтобы показать, каким путем живая природа избегает повышения энтропии и даже понижает ее — ценой повышения энтропии в окружающей среде. Нарушить закон природы можно, только подчинившись ему.

Принцип отбора, селекции шире дарвиновской теории эволюции. На нем основан любой творческий процесс, ведущий к повышению энтропии, вплоть до умственной деятельности человека. В подсознании идет непрерывный и не ощущаемый нами самими перебор вариантов, а в результате возникает новая идея. Все другие объяснения этого процесса, право, ничуть не лучше стародавнего «господь надумал».

До сих пор справедливы слова Н. К. Кольцова, написанные в 1929 году: «Для нас, верящих в неизменность закона постоянства энергии, термин «творить» может иметь только одно значение: из многих комбинаций выбирать только одну. Поэтому я считаю, что мы и теперь, как 50 лет назад, имеем право спокойно утверждать: «естественный отбор творит новые формы».

#### ВСЕСИЛЕН ЛИ ОТБОР?

**Н**ад этим следует подумать. Во всех ли случаях безотказно работает «демон Дарвина»?

Я уже упоминал о расчете Манфреда Эйгена — количество вариантов молекулы цитохрома *c* настолько велико, что для его реализации не хватит массы Вселенной. А реальный цитохром *c* отнюдь не столь изменчив. Это небольшой белок, содержащий чуть более сотни аминокислотных остатков. Оказалось, что 16 кодонов гена цитохрома мутируют с высокой скоростью, 65 — со скоростью в 3,2 раза меньшей, а 32 не мутируют совсем. Конечно, мутации в них все-таки происходят, но тогда белок перестает выполнять свою функцию переносчика электрона в циклах окисления, и организм — носитель мутации — погибает от удушья.

Неужели же эта последовательность в 32 аминокислоты — единственная и неповторимая для выполнения функции переноса электрона? Думать так — значит признавать существование у истоков жизни некоего разумного творца, избравшего из неизмеримого множества случайных вариантов стабильное ядро цитохрома (ибо отбору на это времени явно не хватит). Ясно, что среди бесконечного числа вариантов цитохромов есть столь же бесконечное количество способных выполнять свою функцию, причем, быть может, лучше, чем реализо-

ванные природой. Почему же отбор здесь останавливается?

Начнем издали. Одно время, помню, была популярна такая игра: превращать муху в слона. Берется какое-нибудь слово, и путем изменения в нем букв превращают его за несколько этапов в другое. Правила просты: нужно каждый раз изменять только одну букву и каждый раз получать слово со смыслом (существительное в единственном числе и именительном падеже). Например, слово «лист» превращается в «розу» таким путем: лист — лиса — киса — коса — роса — роза.

Игравшие в такую игру помнят, что далеко не всегда подобные превращения возможны. Порой с досадой убеждаешься, что путь лежит через бессмысленное буквочетание или же нужно изменить не только букву за один этап, а больше.

Примерно такие же трудности испытывает и эволюция. Чтобы получить лучший вариант, нужно сначала провести в следующее поколение бессмысленную последовательность, например, кодирующую белок, неспособный выполнять свою функцию. Этого отбор не допустит. Приходится оставлять старую — ведь она хотя бы справляется. Выходит, что «демон Дарвина» только потому не всемогущ, что чересчур ретив. Правда, в одном гене могут возникнуть сразу две, а то и более мутаций, но вероятность этого мала. Если, например, вероятность одной мутации в гене  $10^{-5}$ , то двух  $10^{-5} \cdot 10^{-5} = 10^{-10}$ . Такие ничтожные вероятности не столь часто реализуются.

Неужели же нет способа обойти выявленный нами запрет, перехитрить чересчур прямолинейного демона?

Есть ли такие ситуации, на которые отбор закрывает глаза? Вспомним, что у высших организмов клетки имеют двойной набор хромосом, двойной набор генов. Они диплоидны. Значит, один ген из двух может измениться в неприспособительную сторону и отбор этого не заметит. А в дальнейшем, при других условиях, это изменение может и пригодиться.

Все то, о чем мы говорили, можно выразить так: будущее в эволюционной судьбе какой-либо группы в значительной мере определяется ее прошлым, то есть унаследованной от предков структурой. А нет ли способа как-нибудь избежать этого принципа, сходного с библейским — «за грехи родителей потомки отвечают»? Оказывается, такой способ есть и называется он неотенней.

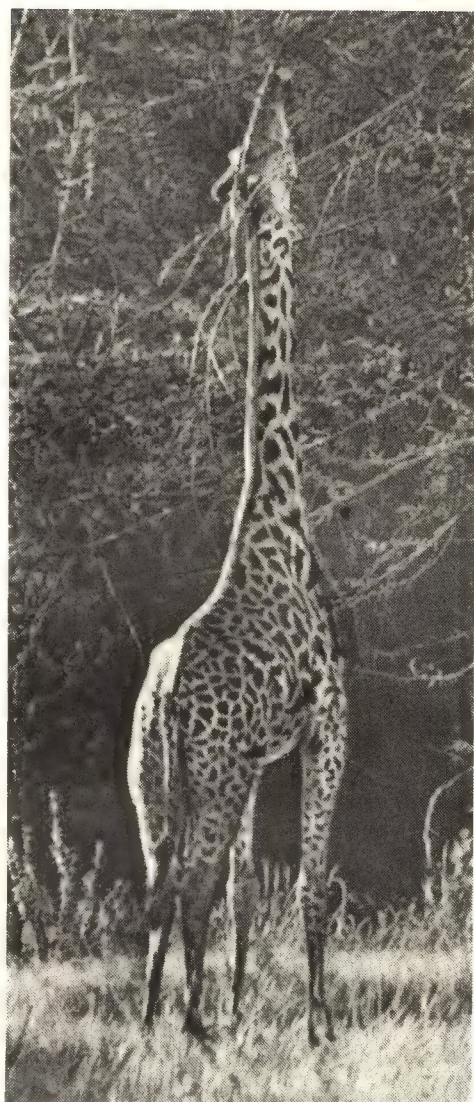
При неотении не развивается окончательная структура фенотипа. Способность к размножению приобретает личиночная форма, а в дальнейшем она может развиваться по совершенно новому пути.

Быть может, неотения возникла в начале нашего пути — от примитивных животных к человеку. Есть хорошо разработанная гипотеза о том, что хордовые произошли от сидячих плесков докембрийской эпохи. В их развитии была фаза свободноплавающей личинки. На этом уровне находятся до сих пор живущие в морях оболочники-асцидии. У некоторых из них выпала из жизненного









разом изменяющимися координатами и энергией каждой отдельной молекулы, мы можем оценить среднее значение параметров системы — температуры и давления. Так что в принципе, имея дело с достаточно большим количеством молекул, можно рассчитывать энергию и энтропию системы и предсказывать ее будущее с весьма высокой точностью. Но опять же только в принципе.

Вот пример, близкий каждому. Прогноз погоды, строго говоря, типичная термодинамическая задача. Не приходится говорить о важности прогнозирования погоды и огромных усилиях, которые вкладываются в него. А вот всегда ли эти прогнозы сбываются? Причина та же — невозможно практически учесть все факторы и провести расчеты в обозримые сроки. Детерминизм опять оказывается ограниченным случайностью, это так называемый стохастический детерминизм.

И совсем другое положение в попытках прогнозировать развитие живой природы. В объеме газа случайные флуктуации молекул компенсируют друг друга, на первый план выступает среднее значение. В популяции живых организмов случайное, непредсказуемое изменение генетической программы, усиливаясь в миллионы миллиардов раз, изменяет состояние всей системы. Вспомните о принципе усиления!

Вывод прост: из-за усиления в фенотипах случайных изменений генетических программ эволюция живой природы принципиально непредсказуема. Наивный детерминизм здесь терпит полный крах. И все, что мы можем предсказать, — это то, что «демон Дарвина» размножит в будущих поколениях потомков тех особей, которые наилучшим образом будут приспособлены к окружающим их условиям. А вот как они будут приспособлены, — об этом мы можем только гадать.





Крупные растительноядные животные освоили новую пищевую нишу — листья с высоких деревьев — разными способами: слон дотягивается до листьев хоботом; у жирафы удлинены ноги и шея; по пути жирафы пошел североамериканский ныне ископаемый верблюд-альтикамелюс (рис. слева);

антилопа геренук встает на задние ноги. А вот гигантские безрогие носороги (белуджитерии, индрикотерии, парацера-терии), ростом не уступавшие жирафе, избрали неудачный путь: прокормить такую махину трудно (рис. внизу).



Кое-что можно предугадать, но это будет достаточно тривиальный прогноз. Внедряя в практику медицины новый антибиотик, мы с достаточной долей уверенности можем прогнозировать, что он когда-то потеряет эффективность, микроорганизмы, против которых он направлен, когда-нибудь к нему приспособятся. Но вот когда и как? Приспособление ведь может возникнуть разными путями.

Иногда эволюция кажется направленной, жестко детерминированной. Дельфин, вымерший ихтиозавр и акула очень похожи по форме друг на друга и каждый из них — на подводную лодку. Но зададимся вопросом: а какая еще форма будет отображена «демоном Дарвина» для быстрого движения в воде? На некоторые задачи, поставленные перед эволюцией, может быть дан только один ответ.

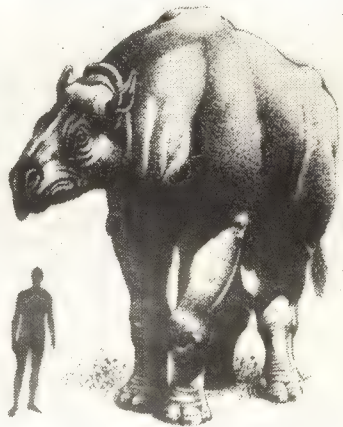
Иногда же ответов несколько, причем они отнюдь не равноценны. Вот хороший пример. Представьте разреженный лес или саванну, где трава выжигается солнцем. У крупных копытных в этой зоне есть хороший источник питания — листья деревьев. Но как до нее добраться? Самый прямой ответ — отбор на увеличение размеров тела. По этому пути пошли гигантские безрогие носороги олигоцена — индрикотерии. Нельзя сказать, что это решение было удачным. Ведь если рост увеличивается, то вес также возрастает пропорционально третьей степени роста. Размеры взрослых вдвое, а расходы на питание — в восемь раз.

Другие животные вставали на задние ноги, а передними (нередко с мощными загнутыми когтями) подгибали ветки с листьями и плодами. Так вели себя, очевидно, халикотерии, о которых уже упоминалось. Предел этой тенденции — гигантские ленивцы — мегатерии, вымершие в Южной Аме-

рике сравнительно недавно, может быть, без содействия человека.

У слона появляется длинный хобот, с помощью которого он дотягивается до листьев. Но, по-видимому, наиболее перспективный ответ — удлинение шеи. У всем известной жирафы длинная шея и длинные ноги, что позволяет ей объедать листву на высоте, для других копытных недоступной. К этому еще добавляется длиннейший язык (жирафа и ее родственница окапи могут свободно облизывать себе уши).

Этот удачный тип строения был использован эволюцией не один раз. В миоценовом периоде в Северной Америке обитали жирафоподобные верблюды — альтикамелюсы. А в Сомали, в самых жарких и бесплодных местностях и сейчас благоденствует удивительная жирафовая газель (она же геренук и антилопа Уэллера). У нее



длинная шея и ноги; кроме того, геренук может обедать листья на высоком кустарнике, стоя на задних ногах.

Вот такие примеры конвергентного, независимого возникновения сходных признаков до сих пор многим кажутся убедительным доказательством направленности эволюционного процесса. Причем направленным считается даже не действие отбора — с чем можно согласиться, — а сама изменчивость. Самые последовательные из сторонников такого толкования полагают, что абсолютно идентичные формы могут возникать из несходных, что один вид может иметь двух, а то и более предков.

Это равносильно утверждению, что первоначально несходные последовательности ДНК в результате накопления мутаций станут идентичными и приведут к возникновению идентичных организмов. В свете наших сегодняшних знаний о структуре ДНК и механизме ее генетических изменений подобная декларация не заслуживает опровержения. Вероятность того, что два романиста из разных стран независимо друг от друга напишут одинаковые до последней запятой романы, куда выше вероятности конвергентного возникновения видов.

Этого мало: можно утверждать, что каждый вид уникален и, раз исчезнув с лица Земли, не возникает вновь. Нельзя воссоздать заново мамонта, стеллерову корову или среднеазиатского тигра, вымерших в последние годы. Даже когда мы научимся сами создавать новые виды — мы можем сделать их лучше вымерших, — но идентичных не получим. Потеря каждого вида безвозвратна.

Возможности человека уничтожить любой вид, включая себя, безграничны. Возможности исправить содеянное равны нулю. И дело тут не в ограниченности наших знаний, а опять же во втором начале термодинамики, запрещающем воссоздать утерянную генетическую программу.

Обратное положение из этого тезиса: если в геномах двух видов найдется хотя бы одна и та же нуклеотидная последовательность достаточной протяженности (более 50 нуклеотидных пар), они связаны родством, ведут начало от одного предка. Ибо вероятность возникновения одной и той же последовательности из двух первоначально несходных слишком мала. С большей вероятностью вода, выплеснутая из стакана, сама, самопроизвольно соберется в него.

На этом принципе строится новая отрасль систематики — геносистематика, основу которой положил академик А. Н. Белозёрский. Рискну высказать утверждение, что геносистематика, теория эволюции геномов, в конце концов окажется лишь частью общей теории эволюции последовательно реплицирующихся систем.

Такой теории еще нет. Однако и сейчас можно полагать, что все системы, передающиеся из поколения в поколение с накоплением ошибок репликации, под контролем внешней среды изменяются, подчиняясь сходным закономерностям. Под эту категорию попадают не только объекты биологической эволюции, но и, например, челове-

ческие языки, обычаи, обряды, мифы (включая религии), сказки и многое другое. Когда-нибудь я расскажу и об этом.

## ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Итак, мы рассмотрели четыре положения, четыре аксиомы, лежащие в основе жизни. Именно: 1 — живые организмы состоят из фенотипа и генотипа, то есть генетической программы; 2 — генетические программы не возникают заново, а реплицируются матричным способом; 3 — в процессе репликации неизбежны ошибки на микроуровне, случайные и непредсказуемые изменения генетических программ; 4 — в процессе постройки фенотипа эти изменения многократно усиливаются, что делает возможным селекцию единичных квантовых событий на макроуровне.

Осмелюсь утверждать, что этих положений достаточно (как говорят математики — необходимо и достаточно) для объяснения всех феноменов живой природы — от возникновения первого сократимого волокна или первой молекулы фермента до становления мыслящего мозга. Я предвижу хор возмущенных голосов, основным лейтмотивом которого будет: «Нельзя сводить биологию к физике и химии!»

Но разве рассмотренные в этих очерках аксиомы характерны для неживой природы? Где же тут сведение? Появилось уже хлесткое определение «редукционизм» — так называют направление, которое не прибегает для объяснения сущности жизни к аналогам «жизненной силы». Но, как я уже писал вначале, мы не сводим биологию к химии и физике. Мы выводим биологию из химии и физики. Это не редукционизм, а дедукционизм (различие в одной букве и во всем смысле термина).

В наш век только такая точка зрения имеет право на существование. Когда ген представлялся лишь неким символом, выявляемым при скрещиваниях, можно было фантазировать о его небывалых свойствах, а то и отрицать его существование. Теперь, когда мы выделяем гены, расшифровываем их строение и синтезируем их, подобные воззрения выглядят безнадежным анахронизмом. Увы, период засилья догматических взглядов в биологии, свидетелем которого было мое поколение, до сих пор дает себя знать. Давайте не будем уподобляться тем персонажам братьев Струцких, которые до сих пор называют электричку чугункой, да еще выдают свой термин за новое слово.

Перед биологами двадцатого века встает слишком много задач, чтобы они еще тратили время на разбор прежних заблуждений. И если эти очерки выработают у читателя хотя бы подобие иммунитета к высокопарным утверждениям о качественных различиях живого и неживого (без расшифровки, что же это за различия), о несводимости биологических закономерностей к физическим (без формулировки самих биологических закономерностей), автор сочтет свою задачу выполненной.



# АКСИОМЫ БИОЛОГИИ

В издательстве «Знание» в серии «Наука и прогресс» вышла книга доктора биологических наук Б. М. Медникова «Аксиомы биологии».

Два года назад автор книги выступил с серией статей на эту тему в нашем журнале («Наука и жизнь» №№ 2—7, 1980). Публикация была встречена с большим интересом, вызвала поток читательских писем. Сегодня мы предлагаем вниманию читателей заключительную главу книги, которая, по существу, является ответом на многие письма.

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

Ничего труднее, чем завершение книги. С каждой страницей, приближающей к концу, умножаются сомнения: обо всем ли написал и так ли, как нужно? Воистину по словам Гёте: «Alles war gesagt, doch alles bleibt zu sagen!» — «Все было сказано, лишь все сказать остается!» К счастью, на сей раз положение лучше. Вариант книги в 1980 году был опубликован популярным журналом «Наука и жизнь»; как водится, в редакцию пошли письма читателей, и теперь ясно, что я недоучел в работе. Разумеется, далеко не все письма могли быть использованы. Редакция предпочла сама отвечать на те из них, которые не содержали ничего, кроме брани. Однако и среди тех, что были мне направлены для ознакомления, находились такие, которые до сих пор меня ставят в тупик.

Биология наряду с науками, являющимися ее практическим приложением (медициной, агробиологией и т. д.), в представлении многих моих корреспондентов кажется принципиально иной отраслью знания, чем скажем, машиностроение или теория атомного ядра. Вряд ли кому-нибудь придет в голову усомниться в фактах и выводах, изложенных, к примеру, в статье об управляемом термоядерном синтезе. А вот биология, особенно общая, — здесь «каждый мнит себя стратегом, видя бой со стороны». И вот бедняга автор, рискнувший ступить на трудную стезю популяризации, получает письма об установлении связи с «космической цивилизацией Эридана Тулона Эпсилон», о «всеобъемлющем законе энергии разности потенциалов» и т. д. и т. д. В эпитетах корреспонденты не стесняются, слова «идеализм», «недомыслие», «безграмотность», «узкая щель мирозрения» (так! — Б. М.) на общем фоне звучат чуть ли не комплиментами.

Не скажу, чтобы подобные письма было приятно читать. Однако и из них можно почерпнуть полезное, чтобы еще раз остановиться на тех вопросах, о которых мои корреспонденты имеют ложное представление.

Любопытно, что читателей, насколько могу судить, в первую очередь интересуют именно философские проблемы, которые возникают при попытках аксиоматизировать биологию. Много говорится, например, о законе причинности. По-видимому, все довольно легко согласилось с тем, что учение Ламарка этот закон нарушает и мы должны сделать выбор: или мираж направленной приспособительной изменчивости или же сохранение одного из основных принципов современного естествознания. Однако для некоторых мираж оказывается предпочтительнее закона причинности.

В некоторых письмах категорично утверждается: закон причинности устарел как для живой природы, так и для неживой. Один мой корреспондент упоминает тахионы, которые будто бы движутся со сверхсветовой скоростью, и настоятельно рекомендует мне прочесть популярные брошюры на эту тему. (Невольное вспоминается фарадеевское: «Популярные книги ничему научить не могут». Начинать можно с них, но завершать обучение, если дело касается физики, например, лучше все-таки вузовским курсом Ландау и Лифшица.) Тахионы — частицы гипотетические, экспериментально они не обнаружены, реальное существование их не доказано, и поэтому опровергать с их помощью принцип причинности, мягко выражаясь, преждевременно\*.

Не меньшее раздражение вызвало у ряда читателей то, что я подчеркиваю везде функциональную подоплеку аксиом, не связывая жизнь с каким-либо химическим веществом. В этом усматривали идеализм

\* Не могу не процитировать одно из ... сем: «Скорость света, объявленная беспричинно конечной скоростью распространения взаимодействия в мат. мире — это ничто иное, как неохристианство и материализм» (орфография и пунктуация подлинны). По-видимому, автор этого письма искренне убежден, что если покрепче обругать, то и доводов не нужно. Впрочем, не он один...

и «богословную мистику». Однако вынужден еще раз подчеркнуть: да, в конкретных условиях нашей Земли материальным субстратом генетических программ оказались нуклеиновые кислоты, а функциональным, эффекторным субстратом — белки. Но из этого отнюдь не следует, что везде во Вселенной дело обстоит точно так же. Даже в условиях, приближающихся к земным, в том интервале давлений и температур, в котором существует жидкая вода, возможны материальные субстраты жизни, которые нам сейчас показались бы невероятными. Тем более это относится к планетам, покрытым морями, например, из жидкого метана и аммиака, даже из жидкой серы. Как бы нам ни казалось невозможным появление и эволюция жизни в таких условиях, вероятность этого во Вселенной нельзя отрицать с порога. Сможем ли мы узнать жизнь, столь непохожую на земную, или же будем искать в космосе только собственное отражение? Не придется ли нам тогда искать слишком долго?

Когда космонавты будущего обнаружат где-то во Вселенной структуру, пусть любого, самого фантастического вида и строения, если эта структура может поддерживать свою целостность и воспроизводить себе подобных согласно вложенной в нее программе, реплицирующей матричным способом, они должны признать ее живой. Дело даже не в будущих космонавтах, — понять, что такое жизнь, мы должны уже сейчас. Ибо это означает познание самого себя.

Пожалуй, наибольшее разнообразие можно было обнаружить в определениях понятия «жизнь». Каких только формулировок не предлагают в дискуссиях и в письмах! Как правило, они не выдерживают критики, мягко скажем, из-за недостаточной информированности авторов. Приведу лишь один пример, из самых характерных. Один автор, чрезвычайно агрессивно отстаивающий свою точку зрения, доказывает, что в понятие жизни должен входить активный поиск и захват источников энергии. По его мнению, жизнь начинается с амёбы: ведь она активно захватывает пищевые частицы. А вот бактерии, грибы да и растения — неживые.

Ясно, автор не подозревал о существовании хотя бы бактерии бделловибрион бактериоворус (что означает пиявкообразный вибрион, пожирающий бактерий). Этот маленький вибрион нападает на других бактерий, причем движется с огромной скоростью — до ста своих длин в секунду! Если бы человек в своих масштабах мог двигаться так быстро, он пробежал бы стометровку за долю секунды. Бделловибрион ударяет бактерию-жертву с такой силой, что она по инерции проходит немалое расстояние. А крошечный хищник тем временем стремительно просверливает клеточную стенку жертвы (скорость вращения свыше ста оборотов в секунду), за несколько секунд проникает в пространство между стенкой и мембраной, и через четыре часа из «съеденной» изнутри бактерии выходят новые, молодые вибрионы.

Если уж это не активный поиск источника энергии... Кстати, бделловибрионы не единственный каприз природы. Хищные бактерии — мощный фактор очищения воды. Не слыхивал мой оппонент и о хищных грибах, обитающих в почве, мицелий которых, переползая с места на место, захватывает мелких животных; говорят уже об их применении для борьбы с почвенными нематодами — вредителями сельского хозяйства.

Но неужели мой оппонент ничего не знал о насекомоядных растениях, хотя бы о всем известной росянке, которую изучил еще Чарльз Дарвин? Или о часто встречающейся в наших водоемах пузырчатке: достаточно мелкому животному прикоснуться к чувствительному «волоску», запоры ловчего пузырька резко открываются, и ток воды затягивает жертву внутрь, где она и переваривается. Примерно так же захватывает добычу рыба морской черт.

От растений, питающихся, как животные, перейдем к животным, питающимся, как растения. Симбиотические одноклеточные водоросли — зоохлореллы и зооксантеллы — синтезируют углеводы в клетках корненожек и гидр, губок и кораллов, плоских червей и моллюсков. О том, что такой способ питания (без активного поиска и захвата пищи) весьма эффективен, свидетельствуют хотя бы протянувшиеся на тысячи километров коралловые рифы. Ограничимся двумя примерами.

Во время отлива поверхность песчаных пляжей Северного моря покрывается оливково-зелеными пятнами. Это выползают на поверхность песка под солнечные лучи маленькие плоские черви — конволюты. Тело их заполнено симбиотическими одноклеточными водорослями — зоохлореллами. За время отлива симбионты успевают насинтезировать углеводов и для себя и для переваривающего их червя. Растение это или животное?

Гигантский двусторчатый моллюск коралловых рифов — тридакна, если никем не потревожена, открывает свои створки и выворачивает навстречу солнечным лучам оливково-бурую мантию. Поверхность мантии как бы шагреневая. Она покрыта тысячами мелких выступов, заканчивающихся линзоподобными структурами из прозрачных, хрящеподобных (гиалиновых) клеток. Каждый такой бугорок — настоящий световод, собирающий солнечные лучи и передающий их внутрь ткани, к скоплениям симбиотических водорослей — зооксантелл. У тридакны недоразвита пищеварительная система, она живет главным образом за счет своих симбионтов, потребляемых клетками-фагоцитами. Везде, где активное питание можно заменить пассивным, за счет утилизации энергии солнечных лучей, животные охотно делают это. И, наоборот, там, где в почве мало азота, растения приобретают способность к хищничеству.

Мы видим, что построения нашего автора, строгого хулителя дарвиновской теории эволюции и современной генетики, рассыпаются как картонный домик при малейшем соприкосновении с фактами. Ибо это порождение — не постесняемся резкого



слова — элементарного невежества. Вряд ли имело бы смысл останавливаться на явлениях подобного рода, если бы это невежество не было воинствующим. Слов нет, недостаток информации никогда не приносил пользы, однако воинствующее невежество может принести огромный вред, чему мы видим немало примеров в прошлом. Ведь тот же автор и его единомышленники голосово отрицают роль ДНК в явлениях наследственности. И это сейчас, когда успехи генной инженерии убедительно показывают, что до широкого внедрения в практику методов направленного изменения наследственности остаются считанные годы.

Генная инженерия может произвести подлинную революцию в медицине и сельском хозяйстве, промышленности и охране природы. (В то же время не будем закрывать глаза: в руках недобросовестных людей она может быть не менее страшной, чем ядерное оружие.) Зачеркивать достижения биологии последних лет все равно что отрицать существование атомов в начале августа 1945 года\*. И самое малое, что мы можем сделать для того, чтобы не отставать в развитии биологии, — решительно пресекать все попытки подобного, как писали Ильф и Петров, «головотяпства со взломом».

Но довольно об этом. Еще раз перечислю выдвинутые в этой книге в качестве аксиоматических положения, лежащие в основе жизни. Именно:

1) живые организмы состоят из фенотипа и генотипа, то есть генетической программы;

2) генетические программы не возникают заново, а реплицируются матричным способом;

3) в процессе репликации неизбежны ошибки на микроуровне, случайные и непредсказуемые изменения генетических программ;

4) в процессе постройки фенотипа эти изменения многократно усиливаются, что делает возможным селекцию единичных квантовых событий на макроуровне.

Осмелюсь утверждать, что этих положений достаточно (как говорят математики: необходимо и достаточно) для объяснения всех феноменов живой природы — от возникновения первого сократимого волокна или первой молекулы фермента до становления мыслящего мозга. Я предвижу хор возмущенных голосов, основным лейтмотивом которого будет: «Нельзя сводить биологию к физике и химии!»

Но разве рассмотренные в этих очерках аксиомы характерны для неживой природы? Где же тут сведение? Появилось уже хлесткое определение «редукционизм» — так называют направление, которое не прибегает для объяснения сущности жизни к аналогам «жизненной силы». Но, как я уже писал вначале, мы не сводим биологию к

химии и физике. Мы выводим биологию из химии и физики. Это не редукционизм, а дедукционизм (различие в одной букве и во всем смысле термина).

Если уж говорить о редукционизме, то только в том смысле, что все эти положения прямо вытекают из положений физики и химии и только в этом понимании «сводятся» к ним. Ибо что значит объяснить? Это и есть более сложное явление свести к более простым, для нас уже понятным, объясненным. Утверждение, что это-де отрицает «специфику жизненных явлений», по сути дела, повторяет анекдотическое определение жизни, цитированное мной раньше («живое состоит из живых объектов, неживое — из неживых»). Естественно-пытатель в наши дни обязан быть редукционистом, иначе он рискует остаться просто болтуном.

Вот, например, что пишет о редукционизме советский философ Р. С. Карпинская: «...если вопрос о редукционизме рассматривать в методологическом плане, то сущностью «сведения» сложных биологических процессов к более простым является обнаружение на молекулярном (или ином, более простом по отношению к изучаемому) уровне таких фундаментальных характеристик, которые при их теоретическом обобщении позволяют сформулировать некие абстрактные понятия, выступающие начальным пунктом движения познания «вверх», ко все более сложным уровням биологической организации. Эти понятия должны «работать» на всех уровнях, наполняясь все более конкретным, все более богатым содержанием» (разрядка моя. — Б. М.).

Прошу извинения у читателей за длинную цитату: на мой взгляд, в ней удачно подчеркивается необходимость неких абстрагированных заключений (которые я назвал аксиомами, но не в слове суть: назовите их постулатами, принципами, положениями, в конце концов русский язык достаточно богат). Кроме того, формулируются условия, которым должны соответствовать наши аксиомы.

1. Хотя они (аксиомы) выводятся на молекулярном уровне (деление организма на генотип и фенотип, матрицирование генотипа, ошибки матрицирования, усиление ошибок, делающее их доступным отбору), с их помощью можно познать более сложные уровни биологической организации.

2. Они должны быть всеобщими, проявляться на всех уровнях и во всех случаях. Частные закономерности должны выводиться из них, как теоремы из аксиом. И включение в систему аксиом «лишней», не работающей на всех уровнях, такая же, если не худшая, ошибка, как включение неверной, не обоснованной фактами и противоречащей принципам физики и химии.

С этой точки зрения рассмотрим вопрос: достаточна ли наша система аксиом, не следует ли чего-либо добавить к ней? Признаюсь, что для меня этот вопрос проклятый, я ломал голову над ним годами. Остановлюсь для примера на положении, которое чуть было не стало пятой аксиомой. Его

\* 6 и 9 августа 1945 года США, как известно, сбросили на японские города Хиросиму и Нагасаки атомные бомбы, вызвав ничем не оправданные жертвы и разрушения.

можно было бы выразить двумя словами: генетическая рекомбинация.

Генетическая рекомбинация — обмен частями генетических программ — возникла, по-видимому, на чрезвычайно ранней стадии становления жизни. У самых простейших организмов — бактериофагов — описан сложный процесс обмена кусками ДНК. После заражения бактериальной клетки фагом в ней образуется 30—50 копий молекул ДНК, реплицированных с материнской молекулы, впрыснутой в бактерию.

Дочерние молекулы могут спариваться, сближаться гомологичными частями; затем в зонах спаривания происходят разрывы нитей ДНК, обмен скрещенными участками и последующая сшивка. Все это очень напоминает хорошо известный генетикам перекрест хромосом у высших организмов — кроссинговер, при котором хромосомы обмениваются гомологичными частями. В результате, если в одной молекуле ДНК произошла одна мутация, а в другой — другая, они могут объединиться в генетической программе фага и совместно попасть под действие отбора.

Скорее всего механизм этот развился из репарации, о которой мы здесь говорили. Репарационные ферменты — лигазы — сшивают разорванные жестким излучением или иным мутагеном нити ДНК, восстанавливают целостность генетической программы. А так как в одной клетке несколько десятков фаговых ДНК, то высока вероятность объединения частей разных молекул. Рекомбинация оказалась выгодной, допускающей объединение генетических изменений у разных организмов.

У бактерий перенос генетической информации осуществляется от клетки к клетке непосредственно кусками ДНК (трансформация); в результате изучения этого процесса и была доказана роль ДНК как субстрата наследственности. Часто гены переносятся от бактерий к бактериям фагами, фаг может прихватить кусок ДНК хозяина и передать его в новом поколении другому. Этот процесс называется трансдукцией. Обычно ее осуществляют плазмиды, «ручные» фаги, ставшие симбионтами бактерий и не убивающие хозяина интенсивным размножением. Из подобных механизмов у бактерий в конце концов развился оригинальный половой процесс — конъюгация. При нем клетки соприкасаются, между ними образуется цитоплазматический мостик, по которому нить ДНК перетекает из одной бактерии в другую. Любопытно, что для передачи генного материала бактерия должна иметь внехромосомный генетический элемент, названный фактором F, который, возможно, потомок плазмиды. Не имеющие его штаммы F<sup>-</sup> могут только принимать чужую ДНК (аналогия между самками и самцами у высших животных; кстати, «самцов», то есть имеющих фактор F, довольно мало: у кишечной палочки их в десять раз меньше, чем «самок»). Плазмида, ведущая происхождение от фага, может вообще стать частью бактериальной хромосомы, тогда она называется эпизомой. Также и F-фактор, включаясь в геном

бактерий, повышает их способность к конъюгации в тысячу раз.

Из школьного курса общей биологии вы должны знать, что генетическая рекомбинация у высших организмов гораздо сложнее. И у них есть кроссинговер. Но в отличие от бактерий геном у них настолько велик, что не может быть объединен в одной хромосоме\*. Ядерные организмы — эукариоты — имеют в клетках от двух (у малярийного плазмодия и лошадиной аскариды) до тысячи и более хромосом, «томов» генетических программ. Перед каждым делением клетки генетические программы реплицируются. Однако так бывает не всегда. Перед наступлением полового процесса происходит мейоз — редукционное деление. Хромосомы при нем не делятся, а расходятся по клеткам, из которых потом формируются половые. Так, у человека в норме 46 хромосом, из них две половые, остальные 44 идентичны у обоих полов (аутосомы). 23 хромосомы человек получает от отца, 23 — от матери, а каково сочетание отцовских и материнских хромосом в яйцеклетке или спермии — это дело случая. Число сочетаний здесь равно двум в степени n — числу хромосом в половой клетке (в гамете).

Отсюда следует, что, например, у дрожжей с ее четырьмя хромосомами в гамете число вариантов гамет  $2^4 = 16$ , у кролика  $2^{22} = 4\,385\,000$ . Представляю читателям самим прикинуть число вариантов гамет у папоротника-ужовника (число хромосом в гамете 630). Слияние половых клеток восстанавливает прежнее количество хромосом, возникает новая генетическая программа, с которой организм входит в жизнь. При смене поколений эти программы рассыпаются, чтобы заново возникли другие. Генетическая рекомбинация непрерывно тасует их, как карты, поставляя отбору поистине неисчерпаемый материал. Здесь есть и отрицательная сторона: какая-нибудь сверхудачная комбинация хромосом бесследно исчезает в новом поколении, у гениальных родителей появляются заурядные дети.

По-видимому, этот великий по простоте механизм рекомбинации возник в процессе эволюции только один раз. У человека и сосны, инфузории и дрожжевого грибка половые ядра, сливающиеся впоследствии, возникают одинаковым путем: ядро с нормальным набором хромосом, не разделяясь, реплицирует их, так что образуется четыре набора генетических программ. Затем клетка (или только ядро у инфузорий) дважды делится, получаются четыре клетки с половинным, гаплоидным набором. Часто, особенно при формировании яйцеклеток, три из них рассасываются, дальнейшее развитие суждено только одной. Лишь немногие панцирные жгутиковые имеют од-

\* Есть, впрочем, исключения из этого правила. У некоторых растений (энотера) и животных (скорпионы) хромосомы, соединяясь друг с другом концами, образуют кольцо, передающееся по наследству как единое целое. Но у эукариотных организмов это вторичное исключение.



неступенчатое редукционное деление; у них это скорее всего вторичное упрощение.

Так, может быть, объявим генетическую рекомбинацию непреложным законом живого, пятой аксиомой? Увы, дело обстоит не столь просто. Многие организмы потеряли способность к генетической рекомбинации и благоденствуют, мы не имеем права исключать их из мира живого. Таковы всем известные амебы и инфузории, потерявшие способность образовывать половое ядро, все формы, размножающиеся партеногенетическим путем, без оплодотворения (а их многие тысячи — от простейших до некоторых пород индеек). Наконец, так называемые апомиктические растения, образующие семена из нормальных, диплоидных клеток с двойным набором хромосом, хотя бы одуванчики, каждую весну золотым потоком заливающие наши газоны. Или же растения, в принципе способные к рекомбинации, но размножаемые черенками, клубнями, отводками (картофель, бананы и т. д. и т. п.). Кроссинговер, казалось бы, шире распространен, чем половой процесс, но, например, самцы дрозофил к нему не способны.

Отсюда делаем вывод: наличие генетической рекомбинации не безусловный критерий живого. Это не условие жизни, а ее завоевание, не аксиома, а теорема (правда, одна из самых основных).

Мой коллега Алексей Владимирович Яблоков, ознакомившись с рукописью, предложил в качестве пятой аксиомы так называемое «давление жизни», геометрическую прогрессию размножения. Рассмотрим этот вопрос.

Еще Дарвин указывал, что такой важный фактор эволюции, как борьба за существование, вытекает из «быстрой прогрессии, в которой все органические существа стремятся размножиться». Здесь тот же принцип, какой положил в основу своего гонора легендарный изобретатель шахмат: на первую клетку доски положить одно зернышко пшеницы, на вторую 2, на третью 4 и т. д. вплоть до  $2^{64}$  на последней клетке. Математики называли такой рост геометрической прогрессией. Известно, что в таком случае прирост идет лавинообразно, на нем и основан рост делящихся атомов урана в ядерной бомбе. Таких примеров биологи приводили много. Дарвин писал, что «слон плодится медленнее всех известных животных», но за 740—750 лет потомство одной пары составило бы около 19 миллионов особей. Если же мы возьмем организмы с более быстрым темпом размножения, величины получают буквально астрономические. Многократно упоминавшаяся нами плодовая мушка дрозофила за один год дала бы столько потомства, что оно покрыло бы землю слоем в миллион миль (!) толщиной, пара воробьев за десять лет расплодился бы до 257 716 983 636 особей. Каждый из любителей математики, имея под рукой данные о плодовитости и продолжительности жизни каких-либо организмов, на досуге может получить цифры не менее поразительные. Особенно

если расчет относится к бактериям, которые в благоприятных условиях делаются, удваивают свою биомассу два раза в час.

Можно сказать, что все это теоретические выкладки, ничего подобного в природе не бывает. Не совсем так: если вид попадает в благоприятные условия, не ограничиваясь пищевыми ресурсами и не имеет врагов, численность его возрастает фантастически. Так бурно разросся упоминавшийся Дарвином чертополох в Аргентине, так размножались европейские кролики и американские кактусы-опунции в Австралии и американская глечка филлоксеры на европейских виноградных лозах. Микроорганизмы, животные и растения, оставившие после себя залежи руд, целые пласты известняковых пород, все запасы угля и нефти, попадая в благоприятные условия, перестраивают облик всей нашей планеты.

Жизнь как бы использует любой ресурс, любую возможность для размножения. Это и есть «давление жизни». Но даже если численность организмов какого-либо вида остается стабильной, потенциал его размножения — мощный резерв, поставляющий материал отбору.

Аксиома это или нет? Все же нет, это — следствие, вытекающее автоматически из принципа матричного воспроизведения. Это тоже не аксиома, а теорема, и тоже одна из главных, на которой основана вся современная биология.

И тем не менее я не могу безапелляционно утверждать, что из массы положений, сформулированных биологами за последние 150 лет, я избрал в качестве аксиом именно те, которые этого названия заслуживают. И что их именно столько, сколько нужно для объяснения жизненных явлений, — ни одной больше и ни одной меньше. Иными словами, отвечает ли эта система двум требованиям — полноте и независимости, как говорят математики.

Но, как я уже писал в предисловии, эта книга не учебник, а приглашение к раздумьям.

Впрочем, мои попытки вывести из аксиом многие эмпирические закономерности оказывались удачными. Так получилось с модусами эволюции или биогенетическим законом Мюллера — Геккеля, законом Долло, гласящим о необратимости эволюционных изменений, и целым рядом других. Однако чтобы представить хотя бы основные достижения биологии в аксиоматизированном виде, потребовалась бы книга раз в десять объемистей, чем эта. Предстоит работа не для одного человека и не на один год. Быть может, я продолжу эту тему дальше. Скажу более, именно этим я сейчас по мере своих возможностей и занимаюсь.

А пока, если эти очерки хотя бы вырабатывают у читателя подобие иммунитета к высокопарным утверждениям о качественных отличиях живого от неживого (без расшифровки что же это за отличия!), о несводимости биологических закономерностей к физическим (без формулировки самих биологических закономерностей!), автор сочтет свою задачу выполненной.

# БРАТСКОЕ СОДРУЖЕСТВО НАРОДОВ

«Народ-герой, покрывший себя неувядаемой боевой славой,—говорил Л. И. Брежнев,—тесно сплотился вокруг партии и в годы послевоенного восстановления вновь проявил свои замечательные качества — стойкость, самоотверженность, трудолюбие».

Документы, рассказывающие об отдельных эпизодах военной и послевоенной биографии страны,—свидетели трудового героизма и братской взаимопомощи, воплотившиеся в огромной по масштабам работе по восстановлению социалистического хозяйства, в подвигах покорителей целины, в небывалых по масштабам свершениях на великих стройках наших дней.

## ВСЯ СТРАНА ЗАЩИЩАЛА СТАЛИНГРАД, ВСЯ СТРАНА БУДЕТ ЕГО СТРОИТЬ

Алма-Атинский областной комитет ЛКСМ Казахстана направляет в Ваше распоряжение 70 комсомольцев для работы по восстановлению г. Сталинграда...

Комсомольцы и молодежь области решили засеять семенами из личных запасов 1000 га зерновых и бахчевых культур для трудящихся города Сталинграда, вырастить 200 голов различного скота. Уже собрано и внесено в банк для Сталинграда комсомольцами 300 тыс. рублей.

**«Известия», 21 апреля 1943 года.**

Из Ташкента выехала первая партия молодежи, состоящая из 400 девушек и юношей, на работы по восстановлению разрушенного фашистами Сталинграда.

Узбекская молодежь горячо откликнулась на призыв комсомола о восстановлении города-героя. В райкомы комсомола поступили сотни заявлений от молодых патриотов с просьбой о посылке их в Сталинград.

Как клятва, прозвучали слова комсомолки Ахмеджановой: «Будем трудиться на восстановлении славного города так, как наши братья сражаются на фронтах! Мы возьмем с собой богатый опыт народного скоростного строительства. День и ночь, не жалея сил, мы будем на месте руин создавать новый прекрасный город».

**«Известия», 23 мая 1943 года.**

## БРАТСКАЯ ПОМОЩЬ ГРУЗИИ ОСВОБОЖДЕННЫМ РАЙОНАМ УКРАИНЫ

Тбилиси. Огромные ящики с машинами, инструментами и материалами грузят на товарные платформы. На ящиках лаконичная надпись: «Для Украины». Это отправляется партия оборудования, собранного на предприятиях Грузии для возрождающейся украинской промышленности.

Братская помощь Грузии в восстановлении народного хозяйства Украины растет с каждым днем.

**«Известия», 26 марта 1944 года.**

## ТРУДЯЩИЕСЯ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ — КИЕВУ

Металлурги Чермозского завода — старейшего предприятия Урала — решили помочь трудящимся Ленинграда и Киева быстрее восстановить хозяйство, разрушенное немецко-фашистскими варварами. Выполняя свои обязательства, металлурги Чермоза уже отправили для восстановления исторических и культурных памятников Ленинграда 150 тонн кровельного железа. Для возрождения Крещатика металлурги Чермоза прокатали три вагона кровли, изготовили два вагона гвоздей.

**«Правда Украины», 12 сентября 1944 года.**

## ПО ЦЕЛИННЫМ ПУТЕВКАМ

С чувством огромного удовлетворения мы, комсомольцы, узнали из обращения ЦК КПСС ко всем избирателям об освоении целинных земель в Казахстане, Сибири, на Урале и в Поволжье. Комсомол всегда был первым помощником партии. В годы первых пятилеток наши отцы и братья строили Магнитку и Кузнецкий металлургический комбинат, Сталинградский тракторный завод и Днепрогэс. На самых решающих участках социалистического строительства трудились комсомольцы. И сейчас, когда началось освоение целинных земель в восточных районах страны, сюда, на передний край борьбы за дальнейший подъем сельского хозяйства, выражают желание поехать тысячи юношей и девушек.

Решили и мы, комсомольцы Харьковско-го завода транспортного машиностроения, внести свой вклад в общее дело. За годы работы на заводе каждый из нас приобрел не только профессию станочника, но и изучил слесарное и ремонтное дело. Мы будем трудиться в ремонтных мастерских на любой работе, где понадобятся наши руки и разум.

Каждый из нас покидает свой дом, своих родных, знакомых. Но на новых местах нас встретят новые друзья-товарищи. Знаем, что придется работать в сложных условиях, немало будет трудностей, но они не страшат нас.



На 53-м см от конца резинки закройте средние 7 петель и закончите обе половинки работы отдельно, убавляя с обеих сторон горловины еще 1 раз по 4, 2 раза по 3, 3 раза по 2 и 5 раз по 1 петле через ряд. Плечи вывязываются по описанию спинки.

**Рукава.** Наберите 47 петель бежевой шерсти и провяжите 7 см резинкой. Затем перейдите на чулочную вязку, прибавив в первом же ряду по 1 петле 1 раз после второй и 15 раз после каждой третьей петли, поднимая на левую спицу поперечную нитку, лежащую между двумя петлями, и провязывая ее лицевой перевернутой. По мере вязки прибавляйте с обеих сторон 8 раз по 1 петле, чередуя прибавления в каждом 12-м и 14-м ряду. На 39-м см от конца резинки начните закрывать через ряд с обеих сторон 3 раза по 10 петель. Оставшиеся петли закройте в одном ряду.

**Воротник.** Наберите 172 петли бежевой шерсти, про-

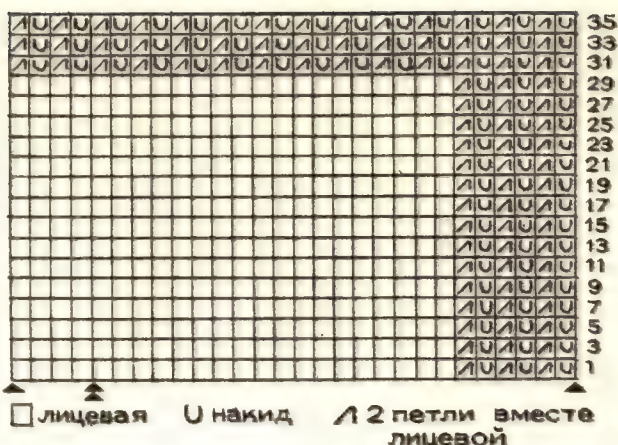


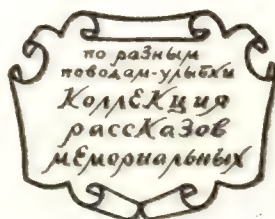
Схема вывязывания ажурных полос.

вяжите 18 см резинкой и закройте петли в одном ряду.

**Сборка.** Готовые детали наколите на выкройку, накройте мокрой тканью и дайте просохнуть. Для вертикальных отверстий нарежьте по 80 см розовых, голубых и зеленых ниток, а для

горизонтальных — по 60 см ниток тех же цветов. Крючком проденьте их, см. фото. Концы ниток закрепите на изнанке работы. Сшейте боковые швы и рукава. Воротник пришейте к горловине.

По материалам журнала «Наша мода» (ФРГ).



## АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН — НАТУРЩИК

Известный физик Отто Фриш рассказывает в своих воспоминаниях, что Эйнштейн по мягкости характера никогда не мог отказать многочисленным фотографам, художникам и скульпторам, мечтавшим запечатлеть великого ученого. Позирование отнимало у него так много времени, что однажды он ответил случайному знакомому на вопрос о профессии:

— Мое основное занятие — натурщик.

## АВТОГРАФ НА ВИТАМИНЕ

Как-то раз американскому профессору Фрезеру, декану факультета микробиологии университета штата Индиана, пришлось принимать у себя лауреата Нобелевской премии Лайнуса Полинга, который предложил бороться с гриппом и простудой с помощью повышенных доз витамина С. Помня это, жена Фрезера попросила его взять у знаменитого ученого автограф на флаконе с таблетками витамина.

Фрезер был в затруднении, опасаясь, не обидит ли Полинг такая просьба: дело в том, что многие медики остро критиковали витаминную терапию простуды. И все же за ужином он обратился к гостю с просьбой об автографе. Ни слова не говоря, Полинг достал из кармана авто-

ручку, вынул из флакона одну таблетку витамина С и мелко, но четко расписался на ней.

## КАК ОБЕСПЕЧИТЬ КВОРУМ

Когда английский врач Джон Хантер (1728—1793), один из основателей современной хирургии, появился однажды в лекционной аудитории, он увидел, что на лекцию пришел всего один студент. Со словами: «Не буду же я тратить свое время на одного слушателя!» — Хантер скрылся в соседней комнате, где помещался анатомический музей, и через минуту вынес оттуда скелет. Аккуратно поставив его рядом с единственным студентом, он вернулся на кафедру и начал лекцию:

— Джентльмены, в прошлый раз мы рассмотрели...

# Г О Д 1979

По установившейся традиции рубрика «Математические досуги» в начале года посвящает свой обзор задачам и примерам, связанным тем или иным образом с числом прошедшего года. Как сильно отличается сегодняшний обзор от небольшой подборки на тему «Год 1971», когда редакция впервые пригласила читателей принять участие в конкурсе, ставшем затем традиционным. С каждым годом увеличивается число участников, нашедших не отдельные удачные решения, а полный набор всех конкурсных задач.

Несмотря на то, что в каждом очередном обзоре повторяются условия решения задач, разрешающие использовать математические знаки  $+$ ,  $-$ ,  $:$ ,  $\times$ ,  $!$  (факториал), а также десятичную запятую и скобки, в потоке читательских писем не уменьшается число предложений, «существенно» сокращающих изображение числа текущего года с помощью тех или иных математических знаков, не упомянутых в конкурсном перечне. В этом году, в частности, много писем редакция получила с предложением использовать знак  $||$  для изображения произведения только четных или только нечетных чисел ( $7|| = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$ ,  $6|| = 2 \cdot 4 \cdot 6$ ). Напоминаем, что основная идея проводимого конкурса заключается в том, чтобы в равных условиях с другими проявить смекалку, найти оригинальное и краткое решение задачи, но, конечно, возможно и желательное проявление любой фантазии, не выходящей за рамки математических правил.

Ежегодную подборку открывает, как всегда, задача, изобразить число 1979 наименьшим количеством одинаковых цифр с использованием вышеперечисленных математических знаков. Наиболее удачны, с нашей точки зрения, следующие примеры:

$$\begin{aligned}
 1979 &= [(11 : (1(1) - 1)) \times (1+1) - 1] && 9 \text{ цифр} \\
 1979 &= (11 + 11) : [1(1) - 1] - 1 \\
 1979 &= 2(22^2 \times 2 + 22) - 2 : 2 && 9 \text{ цифр} \\
 1979 &= [2(2) - 2, 2]^{-2} - 22 \times 2 - 2 \\
 1979 &= 3! (333 - 3) - 3 : 3 && 7 \text{ цифр} \\
 1979 &= (33 : 3)^3 + 3(3!)^3 \\
 1979 &= 44^{14} + 44 - 4 : 4 && 7 \text{ цифр} \\
 1979 &= [44 : 4 \times (4! : 4)! - 4] : 4 \\
 1979 &= 5 \cdot 5 \cdot (5! + 5! + 5!) - 5 : 5 && 7 \text{ цифр} \\
 1979 &= 66(6 \cdot 6 - 6) - 6 : 6 && 7 \text{ цифр} \\
 1979 &= 6(\sqrt{6^6} - 6) + 6! - 6 : 6 \\
 1979 &= (7! : 7!) : 7 + 77 \times 7 && 6 \text{ цифр} \\
 1979 &= [(88 : 8) \times \sqrt{88 + 8} - 8!] : 8! && 7 \text{ цифр} \\
 1979 &= [99 \times (\sqrt{9!})! : \sqrt{9!} - \sqrt{9!}] : \sqrt{9!} && 6 \text{ цифр} \\
 1979 &= [(9 + \sqrt{9})! : 3! \times 9 - \sqrt{9!}] : \sqrt{9!}
 \end{aligned}$$

Всего для изображения числа 1979 с помощью наборов из одинаковых цифр потребовалось 65 цифр. Не все из приве-

денных примеров равноценны. Так, примеры 1, 3, 4, 6 и некоторые другие являются переработанными примерами предыдущих подборок. Их нашли многие читатели. Победителей определили наиболее сложные примеры с восьмерками и девятками. Наиболее полно и подробно первая задача решена С. Ереминым (пос. Кочкор-Ата Омской области). В его работе присутствуют все наиболее интересные примеры из тех, что представлены выше. В прошлом конкурсе «Год 1978» имя С. Еремина упоминалось среди авторов, в решениях которых были отдельные удачные примеры. В этом году он возглавляет список тех, у кого все примеры наиболее удачны. Вместе с ним в списке победителей В. Прокопенко (г. Молодечно БССР), В. Кинаш (г. Луцк Волынской области), А. Васенков (г. Рубцовск Алтайского края) и Н. Рубль (г. Алушта), которым также потребовалось 65 цифр для всех девяти представлений. Приятно отметить намечающееся постоянство: в прошедшем конкурсе А. Васенков и Н. Рубль тоже были среди победителей.

На второй ступеньке, затратив 66 цифр, расположились: один из старейших участников нашего конкурса, А. Кабризон (г. Дрогобыч Львовской области), В. Смирнов (г. Уфа) и впервые принимающий участие А. Курц (г. Монсейкяй Литовской ССР). На третьей ступеньке теснее. На 1 цифру больше израсходовали В. Афанасьев (пос. Чегдомын Хабаровского края), Л. Грибникова (г. Киев), Д. Лыхин (г. Кемерово), В. Кибирев (г. Харьков), В. Макаров (г. Нижний Тагил), Д. Рабин (г. Карши Узбекской ССР), Н. Костенко (г. Староконстантинов Хмельницкой области).

Общая формула для выражения числа 1979 с помощью произвольных цифр не принесла неожиданностей. Формула, предложенная в 1977 году В. Алферовым, остается непревзойденной:

$$\frac{AA + AA}{A(A) - AA} - \frac{A}{A} = 1979$$

Интересный и компактный вариант этой структуры предложен А. Васенковым:

$$\left[ \frac{BB(B+B)}{B(B) - BB} - B \right] : B = 1979$$

Следующая формула, присланная Х. Насыровым (станция Уда-2 Иркутской области), В. Орловым (г. Бухара Узбекской ССР), Н. Рубль и еще несколькими читателями, только на 1 знак отличается от минимальной:

$$\left( \frac{cc}{c(c) - c} \right) \cdot \frac{c+c}{c} - \frac{c}{c} = 1979$$



Редакция положительно оценила поиски читателей, которые прислали общие формулы хоть и с большим числом цифр, но найденные самостоятельно. Однако большинство воспользовалось готовым решением.

Вторая конкурсная задача — представление чисел натурального ряда от 1 до максимально возможного с помощью цифр 1, 9, 7, 9 (не меняя их последовательности), пользуясь теми же математическими знаками, что и в первой задаче. Ряд рассматривается до 5 пропусков. Хотя эта задача сложнее, чем для 1978 года, результаты здесь опять очень плотные. Изобразить числа от 1 до 153 с пропуском чисел 115, 146, 148, 149 и 151 удалось читателям В. Афанасьеву, В. Баклану (г. Киев), А. Васенкову, Ю. Васюте (г. Хабаровск), Ш. Гельфману (г. Кировоград), Л. Грибниковой, С. Еремину, А. Кабризону, В. Кибиреву, В. Кинаш, Н. Костенко, А. Никитюку (г. Львов), В. Прокопенко (г. Молодечно БССР), Д. Рабину, И. Самоцветову (г. Калининград), Ф. Степанову (г. Борисполь Киевской области). Среди победителей хочется отметить и ученика 4-го класса г. Киева Женю Юдицкого, которому также удалось дойти до числа 153.

Многие читатели не смогли представить числа 109, 113, 135 и 140. Вот как это можно сделать:

$$\begin{aligned} 109 &= [1 + (\sqrt[9]{1})] : 7 + \sqrt[9]{1} \\ 113 &= (-1 + \sqrt[9]{1})! - 7! : (\sqrt[9]{1})! \\ 135 &= (-1 + 3 + 7) \cdot 3 \\ 140 &= 1 : \sqrt[9]{1}! \times 7! : \sqrt[9]{1}! \end{aligned}$$

«На 1980 год у меня есть одно пожелание, — пишет А. Курц. — Предлагаю во второй конкурсной задаче представить все возможные числа от 1 до 100, так как первые 5 чисел, которые не удастся выразить цифрами года, наступят очень быстро, и вся задача потеряет свою привлекательность. Победителем станет тот, кто представит наибольшее число чисел от 1 до 100». Что ж, предложение А. Курца принимается. Участники конкурса! Примите к сведению эту поправку к традиционной формулировке второй конкурсной задачи.

Третья конкурсная задача: представить число 1979 с помощью последовательности цифр

$$\begin{aligned} &123456789 \\ &987654321 \\ &12345678987654321 \\ &98765432123456789, \end{aligned}$$

используя минимальное число математических знаков (допустимые математические знаки указаны в задаче № 1).

$$\begin{aligned} 1979 &= -12 + 345 \times 6 - 78, (9) \\ 1979 &= 1 - 2 + 3 \times (4 + 567 + 89) \\ 1979 &= (1 + 234, 5 + 6 + 7) \times 8 - 9 \\ 1979 &= (987, 6 + 5, 4 - 3) \times 2 - 1 \\ 1979 &= 1234, 56 + 789 + 8, 76 - 54, 32 + 1 \\ 1979 &= 1234, 5 + 678, 9 + 87, 6 - 54 + 32^1 \\ 1979 &= -123 + 4567 - 8987 + 8543 - 21 \\ 1979 &= 987, (6) - 5, (43) + 212, (3) - 4, (56) + 789 \\ 1979 &= 987, 6 + 543, 2 + 1, 2 : 3 + 456, 7 - 8, 9 \\ 1979 &= 9876 - 5432 - 12^3 - 4 + 56 - 789 \\ 1979 &= (987, 6 + 5, 4 - 3) \times 2 - 1^{23456789} \end{aligned}$$

Результаты третьей задачи интересны, однако некоторые примеры иногда не выдерживают критики. Например, очень хорош, без каких-либо изъянов пример 4, присланный С. Махортовым (г. Тамбов), Х. Насыровым, В. Афанасьевым, А. Васенковым и некоторыми другими читателями. Но когда А. Васенков в свой конкурсный набор вставил пример 11, то стало ясно, что цифры от 2 до 9 совсем не участвуют в примере. Автор просто избавляется от них.

Приведенные выше примеры прислали В. Афанасьев, Х. Насыров, В. Прокопенко, В. Кинаш, А. Кабризон, В. Смирнов, А. Курц, С. Махортов, Д. Рабин, П. Насыров, Ю. Васюта, Н. Костенко, В. Макаров, Ф. Степанов, М. Голондарев. Приведенные примеры встречались и в письмах других читателей.

Первое место по 3-й задаче присуждено В. Кинашу за набор примеров 1, 2, 4, 5, 8. Красивый и сложный пример 8 с 4 знаками найден только им. Общая сумма использованных знаков 16. Второе место с суммой знаков 17 занял В. Прокопенко за примеры 1, 2, 4, 5, 9, 10. Примечательным здесь был пример 5, который удалось найти только ему и В. Кинашу.

Пример, имеющий небольшой дефект (пример 1 с изображением 79 в виде 78, (9), продублирован примером с большим числом знаков, но без дефектов — № 2.

Третье место присуждено В. Афанасьеву за примеры 2, 3, 4, 6, 9. Сумма использованных знаков равна 17, но пример 6 уступает примеру 5 — автор избавляется в нем от 1 возведением числа в степень 1.

Для набора 1—9—1 с 4 знаками в почте оказалось только 2 примера (5 и 6). Третий пример с 4 знаками прислан С. Ереминым

$$1^{2345} - 6789 + 8765^{4-3} + 2^1 = 1979.$$

Он не вошел в подборку, так как автор вынужден избавляться от большого числа цифр.

Четвертое место присуждено С. Еремину, затратившему 16 знаков на примеры, подобные приведенному, но включившему в свою подборку примеры без дефектов с суммой 20 знаков.

Свое письмо с решением третьей конкурсной задачи В. Прокопенко заканчивает фразой: «Жаль, что в прошлом году никому не удалось найти решения:

$$\begin{aligned} 1978 &= 123 [4 + 5, [6]] + 789 \\ 1978 &= 12^3 + 4 + 5 \cdot 6^7 - 89 \end{aligned}$$

Что ж, его примеры действительно интересны, и мы их приводим, несмотря на опоздание в один год.

Третья конкурсная задача, как всегда, заканчивается лучшими примерами с симметричным расположением чисел:

- 1)  $1979 = 123 - 4(5) + 678 - 9 + 876 - 5(4) + 321$
- 2)  $1979 = 12 - 3 + 456 - 7 + 898 - 7 + 654 - 3 - 21$
- 3)  $1979 = 1 + 2 \times 345 - 678 + \sqrt{9} + 876 + 543 \times 2 + 1$
- 4)  $1979 = 123 \times 4 - 567 + \sqrt{8 \times 9 + 8} + 765 + 4 \times 321$
- 5)  $1979 = 1(2) \cdot 3 + \sqrt{4} - 5 \cdot 6 + (7+8) \cdot 9 \cdot (8+7) - (6 \cdot 5) + \sqrt{4} + 3 \cdot 2(1)$
- 6)  $1979 = -12 + 3 - 4(5) + \sqrt{6 \cdot 7 \cdot 8} \cdot \sqrt{9}! \cdot \sqrt{8 \cdot 7 \cdot 6} - 5(4) + 3 - 21$
- 7)  $1979 = 987 + 85 + 43 + 2 + 1 + 2 + 34 + 56 + 789$
- 8)  $1979 = (987 + 654)(3+2) - 1 - (2+3)(456 + 789)$

При оценке симметричных примеров предпочтение отдается тем, у которых минимальное количество математических знаков и одинаковые знаки в симметричных группах.

Первый пример (прислан В. Прокопенко) удовлетворяет всем этим требованиям. Кстати, меньшего числа знаков (6) нет ни в одном примере. Хорош пример 7 (прислали Н. Костенко, А. Курц, С. Махортов, Н. Нестеренко, В. Прокопенко, Д. Рабин). Без изъянов симметрия в примерах 5 и 6 (Н. Нестеренко), правда, в них многовато математических знаков. Авторы других примеров: 2 — В. Махортов, 3 — А. Кабризон, 4 — В. Прокопенко, 8 — В. Кибирев.

Н. Нестеренко уделяет внимание примерам-перевертышам, примакаящим к третьей задаче, но являющимся более сложной ее разновидностью:

$$\begin{aligned} 1-2+(3!+4)(-56+78) \cdot 9 &= 1979 = 9(87-65) \cdot (4+3!) - 2+1 \\ 9 \cdot (87-65)(4+3!) - 2+1 &= 1979 = 1-2+(3!+4)(-56+78) \cdot 9 \end{aligned}$$

Автор предлагает включать в качестве необязательной задачи составление примеров-перевертышей наряду с симметричными примерами. Если будут хорошие примеры, будем их публиковать.

Следующие примеры позволяют посмотреть, как авторы справляются с возникающими трудностями:

$$\begin{aligned} 1979 &= 987 + 654 + \sqrt{3! \cdot 2 + 1 + 2 \cdot 3!} - 456 + 789 \\ 1979 &= 987 + 654 - 3 + 2 + 1 + 2 + 3 - 456 + 789 \\ 1979 &= 987 + 654 + \sqrt{(2+1+2)^3} - 456 + 789 \\ 1979 &= 987 + 654 + \sqrt{(3+2) \cdot 1 \cdot (3+2)} - 456 + 789 \end{aligned}$$

Наиболее интересно решен вопрос в первом примере В. Макаровым — все числа здесь действующие. Во втором (Д. Рабин, К. Лайва, г. Лимбажи Латв. ССР) и третьем примере (А. Кабризон) авторы пошли по пути «избавления» от мешающей цифры 3. В четвертом Н. Нестеренко избавляется от единицы.

Подведем общие итоги конкурса. Первое место присуждено В. Кинашу, занявшему первые места по всем трем разделам конкурса. На втором месте В. Прокопенко, занявший первое место по первым двум задачам и второе место по третьей задаче, ему принадлежит лучший симметричный пример. На третьем месте С. Еремин: первое место по первым двум задачам и четвертое место по третьей задаче.

В подборке 1978 было предложено подумать над задачей, присланной А. Ямпольским: изобразить число 1978 с помощью цифр от 0 до 9 с минимальным числом математических знаков. Читатели проанализировали эту задачу.

Прежде всего был найден алгоритм, по которому можно представить число любого года, используя только один знак или обойтись вообще без математических знаков:

а) для числа, состоящего из 4 разных цифр, среди которых нет нуля:

$$\begin{aligned} 1978 &= 1978^{234560} \\ 1982 &= 1982^{345670} \end{aligned}$$

б) для числа, включающего одинаковые цифры или цифру ноль:

$$\begin{aligned} 1988 &= 1978 + 2^{34560} \\ 1981 &= 1878 + 3^{24560} \end{aligned}$$

Допустим, что мы исключим из рассмотрения эти варианты.

«Считаю, что эту задачу нецелесообразно включать на последующие годы, — пишет А. Васенков, — ибо практически любой год в обозримом будущем можно выразить примером всего лишь с одним математическим знаком. Например:

$$\begin{aligned} 1979 &= 51286 - 49307 \\ 1980 &= 1835460 : 927 \\ 1981 &= 51287 - 49306. \end{aligned}$$

А вот что пишет В. Смирнов (г. Уфа):

«Для года 1979 задача дает серию решений с одним знаком «—». Одно из решений

$$\begin{aligned} &30\ 496 \\ &- 28\ 517 \\ \hline &1\ 979 \end{aligned}$$

А всего получается 12 вариантов примеров такого типа. Аналогичные решения возможны для нечетных годов в прошлом и будущем.

А вот для четных годов этот способ не подходит. Может быть, эту задачку так и поставить: «Найти наибольшее число решений с одним знаком».

А В. Кинаш совершенно самостоятельно прислал на эту тему очень интересный пример:

$$64 \cdot 30,921875 = 1979.$$

Окончательно же решить, будет ли эта задача включаться в дальнейшие задания, предстоит вам, участникам конкурса. Ждем ваших предложений.

Н. Николаев (г. Москва) пишет: «Раньше в подборках был раздел «Фантазий». Теперь его нет, и я не знаю, стоит ли посылать задачи и примеры, не входящие в число конкурсных?»

Обязательно стоит. К сожалению, в почте редакции все реже стали появляться



интересные материалы такого рода. Надеемся, что в будущем этот раздел займет опять достойное место. А пока один небольшой материал.

Ф. Степанов предлагает найти наименьшее число, которое бы обладало следующими свойствами: если отнять от него 1, то оно разделится на 2, если отнять от него 2, то оно разделится на 3, если отнять 3, то оно разделится на 4, если отнять 4, то оно разделится на 5, если отнять 5, то оно разделится на 6.

Более того, если отнять от него 8, то оно разделится на 9, если отнять 9, то оно разделится на 10, если отнять 10, то оно разделится на 11, если отнять от него 11, то оно разделится на 12.

На этом заканчивается рассмотрение материалов, посвященных 1979 году. Редакция благодарит всех читателей, принявших участие в конкурсе.

Ждем ваших материалов, посвященных 1980 году. Для того, чтобы они приняли участие в конкурсе, письма должны быть отправлены не позднее 1 августа 1980 года.

Напоминаем, что присылаемые материалы должны быть четко оформлены. В начале письма должен быть заголовок «Кон-

курс-1980». По первой задаче приводятся только минимальные представления числа 1980, с правой стороны примера в скобках ставится число используемых цифр. Под примерами ставится общая сумма используемых цифр. Ниже приводится общая формула, с правой стороны от которой также ставится число используемых цифр. Среди примеров с одинаковым количеством цифр предпочтение будет отдаваться изображениям с минимальным количеством математических знаков.

Очень хорошо, если вы сможете придумать свою общую формулу, хотя и с большим числом цифр (а не только приведете хорошо известную из предыдущих подборок минимальную формулу).

По второй задаче сначала указывается, сколько чисел удалось изобразить из первой сотни чисел, затем перечень чисел, которые изобразить не удалось, и, наконец, изображения всех представленных чисел.

Третья задача оформляется аналогично первой задаче.

После решения обязательных задач можно давать все интересные, с вашей точки зрения, материалы, относящиеся к теме конкурса.

Обзор составил А. СОРОКИН.

## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### УРОК ГЕОГРАФИИ

Разместить три флага довольно просто: один можно поставить на Южном полюсе, а два других — по обе стороны от него, на  $120^\circ$  севернее, то есть на 30-й параллели северной широты. Например, в западном полушарии флаг можно поставить близ Нового Орлеана, при впадении р. Миссисипи в Мексиканский залив, а в восточном — где-то на Гималаях, несколько северо-восточнее Джомолунгмы (Эвереста).

Четыре равноудаленные точки на поверхности шара можно определить при помощи вписанного в него куба. Это будут точки 1, 2, 3 и 4 (см. рисунок). Применительно к глобусу первые две будут лежать на 35-й параллели северной широты, а две другие на 35-й южной параллели со смещением относительно первых на  $90^\circ$  по долготе.

Соответственно этому первый флаг можно поставить на западном побережье Северной Америки, между Сан-Франциско и Лос-Анджелесом. Второй — на Ближнем Востоке, в рай-

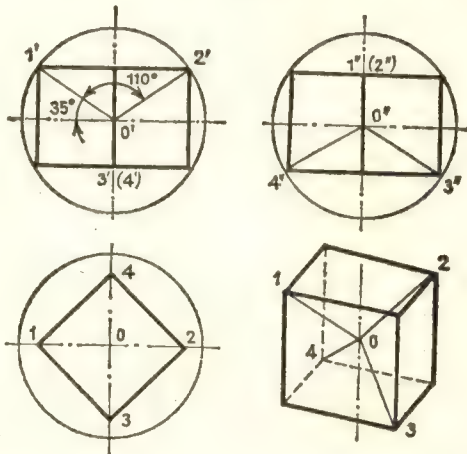
оне границы Ирана с Афганистаном. Третий — около Сиднея (Австралия), и только четвертый окажется в открытом океане, несколько восточнее Буэнос-Айреса (Южная Америка).

Второй вариант. Центральные углы между точками составляют  $110^\circ$ . Это позволяет также один флаг поставить на Южном полюсе, а остальные на  $110^\circ$  севернее, то есть на 20-й параллели северного полушария. Здесь можно указать

на такие пункты: для второго флага — полуострова Юкатан (Мексика), для третьего — левое побережье р. Нил (Африка), а четвертый флаг тоже окажется в открытом океане, восточнее группы Марианских островов.

### ПЕРЕСТАРАЛИСЬ

Из числа показанных на рисунке не являются развертками куба следующие десять фигур: 4, 7, 9, 15, 18, 20, 22, 25, 27 и 30.



# ПОДМАРЕННИК

Это трава-лежебока, поднимается она лишь с посторонней помощью. И помощь ей волюн или неволюн подает вся зеленая рать, составляющая сочный июньский травостой. Тут в роли помощников окажутся и гонимые злаки, торчащие спицами из дерновин, и устремленные к солнцу полыни, и раскидистый тмин, любая прямостоящая трава. Цепко держится подмаренник за опору, карабкаясь все выше и выше. И ему, лежебоке, видите ли, нужно быть поближе к солнцу. За то, что липнет к другим стеблям, и называют подмаренник в народе липушником, липичей, а то и просто репейной травой: прицепится, как репей. Цеплянка — еще одна крестьянская кличка подмаренника, связанная с его лязжими свойствами. Пышной пеной взбивается такая заросль, вот и называют ее трава-устели землю. Уж как разрастется, никакой прогалины под ней не увидишь.

Прок от подмаренников невелик. На пастбищах домашний скот ими брезгует, разве что овцы да козы малость пощиплют. Одно время липушник считался даже ядовитым кормом. Когда на пырейно-разнотравных пастбищах Туркмении зацветает подмаренник, чабаны уводят отары на пески, где этого растения мало. Местные скотоводы называют его шан, по желтушной болезни, которую якобы причиняет подмаренник. Биохимики подробно исследовали репейную траву, но ядовитого начала в ней не нашли. Причина желтушности овец и коз, оказывается, связана с паразитами, в частности с клещом. А поскольку вспышка паразита по времени совпадает с зацветанием подмаренника, то подозре-

ние пало именно на него. Тем более, что траву эту избегают есть животные. Как бы там ни было, чабаны правильно делают, отгоняя стада на безопасные кормовые угодья, где нет клещей и сопутствующей им приметы. В сене липушник поедается всеми видами скота.

Известно, что в природе нет бесполезных растений. Вот и подмаренник чем-то да ценен. Старые красильщицы, например, добывали из его корней стойкую красную краску. Семейство мареновых, к которому относится трава-устели землю, вообще славится как поставщик естественных красителей, известных с древности, а значит, и послуживших хорошо знакомым людям. В старом руководстве для кустарей читаем: «Для окраски в красный цвет шерсть кладут на ночь в раствор квасцов, а затем красят в отваре подмаренника». Пчеловоды ценят подмаренник за нектароносность. На этом перечне полезных свойств растения не кончается. Его цветки обладают способностью свертывать молоко, соперничая в некоторой мере с сычужным ферментом, добываемым из телят. Ферменты, быстро свертывающие молоко, необходимы в сыроварении.

Подмаренников на земле много — 400 видов. Приблизительно четвертая часть этого числа произрастает у нас в стране. Причем они полисеместны: подмаренники принимают заметное участие в травостоях как на юге, так и в лесной полосе. Многоцветья большого липушника не создают, но белые и желтые пятна на зеленом лугу и по июньским опушкам — результат их скопления. Зеленовато-желтыми или белыми цветками, например, об-

ладает подмаренник ложный (*Galium spurium*). Живет он одно лето, поселяясь среди кустарников, по сырым местам и на полях, где его рассматривают уже как сорняк. Особенно он вредит посевам льна-долгунца, за что и прозван подмаренником льновым. Сорняк так прилипчив ко льну, что даже семена их разделяются с трудом. Требуется особый триер, чтобы очистить льняные семена от подмаренника.

На редкость злостен подмаренник цепкий (*G. aragifolium*). Его стебли, усеянные зубчиками, такие хваткие, что им ничего не стоит свободно карабкаться по гладким соломинкам хлебов. На таких «кошках» сорняк поднимается чуть ли не к колосу. И перевив, опутав соломины, подгибает хлебостой к земле. В результате засоренная нива понижает, сваливается, и в полегом положении встречает железного носца — комбайн. Полеглый хлеб, прощитый сорняками горох особенно сложно убирать, да и потери урожая при этом неизбежны. И не одни подмаренники оплетают соломину злаков и стебли гороха, их разбойную компанию, оказывается, пополняют вьюнки и гречишники, к которым у хлебопашца тоже давняя неприязнь.

Изводят сорняк с полей с помощью тщательной очистки семенного зерна, своевременным скашиванием подмаренника на сорных участках и орехах, лушении стерни после уборки и другими агротехническими мерами, смотря по обстоятельствам. В посевах пропашных культур (кукуруза, свекла, морковь, капуста) с подмаренником поступают по правилу: сорняк — а поля вон! Прополка, будь она ручная, механической или химической, хорошо расправляется с зелеными захребетниками. «Свежий сок травы употребляли прежде от болезни печени, желез, зоба.

Зам. главного редактора И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕИ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. М. ГЛУШКОВ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. илл. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор В. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877 ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда», «Наука и жизнь». 1980.

Рукописи не возвращаются.

Сдано в набор 25.12.79. Подписано к печати 7.02.80. Т 02225. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Тираж 3 000 000 экз.  
(1-й завод: 1—1 850 000). Изд. № 518. Заказ № 1736.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865 Москва, А-137, ГСП, ул. «Правды», 24.



метров, а затем распространяется вверх и вниз.

В будущем году спутник должен сфотографировать сияние около Южного полюса.

Science News  
vol. 121, № 1, 1982.

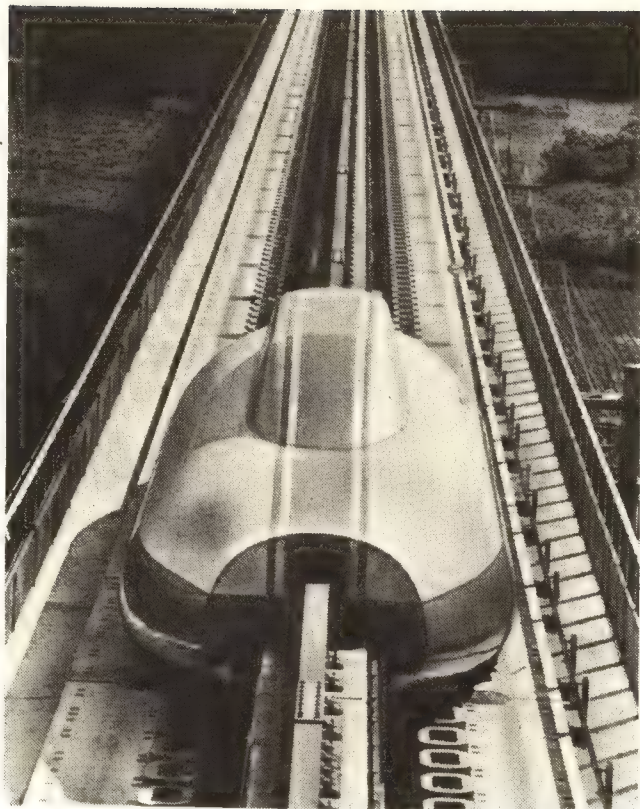
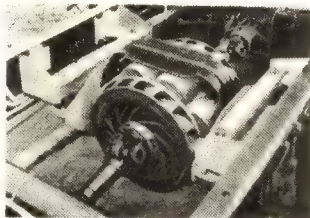
## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОРМОЗ

Нелегко затормозить несущийся по дороге большегрузный автомобиль. Тормозные колодки могут нагреваться до 500 градусов Цельсия, что снижает срок их службы, а из-за перегрева обода колеса может даже лопнуть шина. Торможение двигателем увеличивает его износ.

Принцип выпускаемого во Франции и Испании индукционного тормоза несложен. На вал двигателя насаживается массивный железный ротор, а вокруг него неподвижно закреплены катушки, через которые при необходимости пропускается ток от аккумулятора. Магнитное поле катушек возбуждает в роторе токи Фуко, которые тормозят ротор, а с ним и вал и тяжелую машину. На грузовике, снабженном таким тормозом, можно смело повысить путевую скорость.

Значительно увеличивает срок службы обычных тормозов, которые теперь обеспечивают торможение только в экстренных случаях. Лучше сохраняются шины, так как торможение становится более плавным. К тому же процесс бесшумен, нет скрежета.

Ротор тормоза можно установить, как показано на снимке, между коробкой скоростей и задним мостом, а если грузовик имеет прицеп — то на задней оси прицепа, что устраняет его за-



носы при торможении на скользкой дороге.

Transport Routier  
№ 13, 1981.

## ПОЕЗД БЫСТРЕЕ САМОЛЕТА

Пятьсот семнадцать километров в час — такую скорость показал новый электропоезд на магнитной подушке, созданный японской фирмой «Тошиба». Скорость развита на семикилометровом экспериментальном участке. Это быстрее, чем летают многие самолеты.

В новой конструкции используется принцип линейного электродвигателя. В качестве статора двигателя служит колея железной дороги, а ротор — сам поезд. Колея дороги имеет форму широкого прямоугольного желоба, внутри которого летит поезд. Магниты со сверхпроводящей обмоткой, установленные по бокам вагонов, отталкивают поезд от дна желоба, и он парит на высоте нескольких сантиметров. Поезд экономичен и тратит меньше энергии, чем самолет такой

же грузоподъемности. Скоро должны пройти новые испытания, на этот раз — с пассажирами.

Time  
14.IX.1981.

## МЕЖДУГОРОДНЫЙ ТЕЛЕФОН-АВТОМАТ

В дополнение к заметке, опубликованной под этим названием в январском номере журнала в разделе ЗСНТ, сообщаем, что телефонный аппарат изготовлен фирмой «SEL» (ФРГ).





# СУПЕРКУБ 8x8x8

(СОВЕРШЕННЫЙ ПАНДИАГОНАЛЬНЫЙ,  
ПАНТРИАГОНАЛЬНЫЙ МАГИЧЕСКИЙ КУБ)

Мне удалось составить магический куб восьмого порядка, который оказался, если можно так сказать, «совершеннее» куба Р. Майерса (см. «Наука и жизнь» № 6, 1976 г.). Он получился совершенным пандиагональным и пантриагональным.

На рисунках приведены сечения куба, сложенного из 512 пронумерованных кубиков. В этом суперпандиагональном магическом кубе одинаковую сумму, равную 2052, дают 8 чисел:

1) в каждом ряду, параллельном какому-нибудь ребру куба,

2) в каждой из двух диагоналей любого квадрата, образованного одним слоем из 64 кубиков,

3) в каждой из четырех триагоналей (то есть пространственных диагоналей куба),

4) во всех 8 углах куба.

При параллельном переносе любого наружного слоя кубиков на противоположную грань все перечисленные свойства куба сохраняются. При многократном повторении этой операции, то есть при переносе слоев-граней сверху вниз, слева направо и спереди назад, можно получить 512 различных совершенных магических кубов.

Интересно, что если заменить нумерацию кубиков, сложенных в один из этих кубов, на обратную, то есть последний кубик считать первым, предпоследний — вторым и так далее, то получится другой совершенно магический куб, правда, уже имеющийся в наборе из 512 кубов, который мы могли бы получить многократным переносом граней на противоположную сторону.

Если у любого из этих магических кубов отбросить с любых сторон наружные слои кубиков, то получатся кубы меньших размеров ( $7 \times 7 \times 7$ ,  $6 \times 6 \times 6$ ,  $5 \times 5 \times 5$ ,  $4 \times 4 \times 4$ ,  $3 \times 3 \times 3$ ,  $2 \times 2 \times 2$ ) или параллелепипеды  $8 \times 8 \times 6$ ,  $8 \times 8 \times 4$ ,  $8 \times 8 \times 2$ ,  $8 \times 6 \times 6$ ,  $8 \times 6 \times 4$ ,  $8 \times 6 \times 2$ ,  $8 \times 4 \times 4$ ,  $8 \times 4 \times 2$ ,  $7 \times 7 \times 3$ ,  $7 \times 3 \times 3$ ,  $6 \times 6 \times 4$ ,  $6 \times 6 \times 2$ ,  $6 \times 4 \times 4$ ,  $6 \times 4 \times 2$ ,  $6 \times 2 \times 2$ ,  $4 \times 4 \times 2$ ,  $4 \times 2 \times 2$ . В лю-

A

1	144	465	352	57	184	489	360
490	359	2	143	466	351	58	183
59	182	491	358	3	142	467	350
468	349	60	181	492	357	4	141
8	137	472	345	64	177	496	353
495	354	7	138	471	346	63	178
62	179	494	355	6	139	470	347
469	348	61	180	493	356	5	140

E

449	336	17	160	505	376	41	168
42	167	450	335	18	159	506	375
507	374	43	166	451	334	19	158
20	157	508	373	44	165	452	333
456	329	24	155	512	369	48	161
47	162	455	330	23	154	511	370
510	371	46	163	454	331	22	155
21	156	509	372	45	164	453	332

B

251	438	299	102	195	398	275	94
276	93	252	437	300	101	196	397
200	395	280	89	256	433	304	97
303	98	199	394	279	90	255	434
254	435	302	99	198	395	278	91
277	92	253	436	301	100	197	396
193	400	273	96	249	440	297	104
298	105	194	399	274	95	250	439

F

315	118	235	422	259	78	211	414
212	413	316	117	236	421	260	77
264	73	216	409	320	113	240	417
239	418	263	74	215	410	319	114
318	115	238	419	262	75	214	411
213	412	317	116	237	420	261	76
257	80	209	416	313	120	233	424
254	423	258	79	210	415	314	119

C

328	9	152	473	384	49	176	481
175	482	327	10	151	474	383	50
382	51	174	483	326	11	150	475
149	476	381	52	173	484	325	12
321	16	145	480	377	56	169	488
170	487	322	15	146	479	378	55
379	54	171	486	323	14	147	478
148	477	380	53	172	485	324	13

G

136	457	544	25	192	497	368	33
367	34	135	458	543	26	191	498
190	499	366	35	134	459	342	27
341	28	189	500	365	36	133	460
129	464	537	32	185	504	361	40
362	39	130	463	538	31	186	503
187	502	363	38	131	462	339	30
340	29	188	501	364	37	132	461

D

426	243	430	291	70	203	406	283
405	284	125	244	429	292	69	204
65	208	401	288	121	248	425	296
426	295	66	207	402	287	122	247
123	246	427	294	67	206	403	286
404	285	124	245	428	293	68	205
72	201	408	281	128	241	432	289
431	290	71	202	407	282	127	242

H

446	307	110	227	390	267	86	219
85	220	445	308	109	228	389	268
385	272	81	224	441	312	105	232
106	231	386	271	82	223	442	311
443	310	107	230	387	270	83	222
84	221	444	309	108	229	388	269
392	265	88	217	448	305	112	225
111	226	391	266	87	218	447	306

бом из этих параллелепипедов или уменьшенных кубов сумма 8 угловых чисел всегда будет равна 2052.

В заключение отметим, что константа 2052 повторяется в этом кубе, по нашим подсчетам, 5504 раза, если считать только различные наборы из 8 слагаемых. При подсчете учитывались и ломаные диагонали, ломаные триагонали, а также ломаные уменьшенные кубы и параллелепипеды, которые несложно восстановить до целых (то есть неломаных) перемещением в кубе  $8 \times 8 \times 8$  наружных слоев кубиков на противоположные грани. Эта константа складывается из таких составляющих:

192 суммы чисел в рядах, параллельных ребрам куба, 384 — вдоль диагоналей квадратов,

256 — на триагоналях куба,

512 — в углах кубов  $2 \times 2 \times 2$ ,

512 — в углах кубов  $3 \times 3 \times 3$ ,

512 — в углах кубов  $4 \times 4 \times 4$ ,

64 — в углах кубов  $5 \times 5 \times 5$ ,

1536 — в углах параллелепипедов  $4 \times 4 \times 2$  и

1536 — в углах параллелепипедов  $4 \times 2 \times 2$ .

Всего: 5504

Э. РЕКСТИН  
(г. Рига).



# ГОД 1981

Завершен одиннадцатый конкурс журнала «Наука и жизнь», посвященный числу текущего года. Среди участников конкурса можно найти читателей самого разного возраста. В письмах в редакцию они делятся своим мнением о конкурсе, пишут о том, что решение конкурсных задач побудило многих к более серьезному изучению математики. «Мои примеры,— пишет ученица средней школы г. Тамбова Диана Лукина,— может быть, и не самые правильные и оригинальные, но я очень старалась. Раньше я не знала, что означает факториал, но для участия в конкурсе мне пришлось самой разобраться с этим знаком, и теперь я умею им пользоваться». «Ваш конкурс интересен,— пишет В. Шевченко из Москвы,— он развивает математическое мышление и вызывает интерес к математике, к занимательному и удивительному миру чисел».

Условия конкурса, оставаясь в принципе неизменными, время от времени уточняются в деталях, становятся более четкими. Условия, принятые на 1981 год, сохраняются и в будущем конкурсе «Год 1982» за исключением следующих пунктов: по просьбе читателей введен запрет на использование периодических дробей, и общая формула исключена из числа обязательных примеров первой задачи.

Первая конкурсная задача: изобразить число 1981 минимальным количеством одинаковых цифр с использованием минимального числа следующих математических знаков:  $+$ ;  $-$ ;  $;$ ;  $\times$ ;  $\div$ ;  $!$  (факториал). Решается использовать цифры как показатели степени, десятичную запятую и пользоваться скобками. Не упомянутых здесь математических знаков употреблять нельзя! Результат оценивается по общей сумме цифр и знаков, но разрешается присылать два примера: один с минимальным числом цифр, другой с минимальным числом знаков.

1.  $1981 = (44 + 4 : 4) \sqrt{4} - 44$  (7, 4)
2.  $1981 = 5^5 - 5! - (5 - 5 : 5)^5$  (7, -)
3.  $1981 = [3, (3)^3 + 33, (3) + 3] \times 3^3$  (-, 3)

В примере № 1 в зачет идет и число цифр и число знаков. В примере № 2 в зачет идет только число цифр, а в примере № 3 — только число знаков.

В этой конкурсной задаче победа присуждается читателям, затратившим минимальное количество цифр и знаков на представление «полного комплекта», то есть

изображение числа 1981 с помощью только единиц, только двоек и т. д. Сюда же входит количество цифр и знаков общей формулы.

Наиболее удачные примеры по первому заданию:

с наименьшим числом цифр

1.  $1981 = 44 + 4 : 4 + 44 \sqrt{4}$  7 цифр
2.  $1981 = 66 \times (6 \times 6 - 6) + 6 : 6$  7 цифр
3.  $1981 = [7! : (7 + 7) - 77] \times 7$  6 цифр

с наименьшим числом знаков

4.  $1981 = (11111, 1 + 11111, 1 - 111) : 111 - 11$  4 знака
5.  $1981 = 222, (2) : 2, (2)^2 + (2 \times 22)^2$  3 знака
6.  $1981 = 222 - (222 - 2) : 2$  3 знака
7.  $1981 = [3, (3)^3 + 33, (3) + 3] \times 3^3$  3 знака
8.  $1981 = [(55555 - 5555) : 5, (5) + 5] : 5$  4 знака
9.  $1981 = 5555, 5 - 55 \times 55 - 555 + 5, 5$  4 знака
10.  $1981 = [8888, (8) - 88] : 8 + 888, (8) - 8$  4 знака
11.  $1981 = (88, 8 + 88) : [8, (8) - 8, 8] - 8$  4 знака

Общее наименьшее число использованных цифр и знаков составило 114 (включая общую формулу). Именно это количество цифр и знаков потребовалось В. Салахьяну (г. Ереван) для того, чтобы занять первое место по решению этой задачи. Второе место (116 цифр и знаков) присуждено Ю. Голоднову (г. Москва), третье-четвертое места заняли Н. Костенко (г. Старокопстантинов) и О. Доброзраков (г. Климовск), которым потребовалось 117 цифр и знаков. Последующие пять мест с суммой 118 поделили С. Еремин (пос. Кочкар-Ата), И. Музыка (г. Томск), Н. Степанов (село Сунтар Якутской АССР), Р. Ружило (г. Снятин) и Г. Гловени (г. Мытищи).

Наиболее интересными (с минимальным числом цифр или знаков) оказались примеры: № 4, найденный В. Салахьяном (пример № 1 весьма удачный, но заимствован из предыдущих номеров); №№ 5 и 6 из писем В. Салахьяна, В. Никитина (г. Магнитогорск), С. Дереченника (г. Минск); № 7, присланный М. Климовым (г. Гомель); №№ 8 и 9, авторами которых являются М. Климов, Н. Костенко, А. Чигинь (с. Залытив), Ю. Голоднов, и №№ 10 и 11, взятые из писем А. Чигиня и Ю. Голоднова.

Среди писем нашлись два, содержащие пример

$$1981 = (44 \frac{4}{4}) \sqrt{4} - 44$$

В условиях конкурса нет знака «черта», обозначающего простую дробь, поэтому на будущее его авторам — ученику 7 класса Жене Юдицкому (г. Киев), Д. Рабину (г. Карши) и другим участникам предлагаем пользоваться принятой записью деления — двумя точками.

Завершаем рассмотрение первой задачи одним примером для числа позапрошлого года

$$1980 = 66 \times (6 \times 6 - 6).$$

«Удивительно, как такой простой пример не пришел никому в голову», — пишет С. Павлов (г. Георгиевск). Действительно, удивительно.

Вторая конкурсная задача — представление чисел натурального ряда от 1 до максимально возможного с помощью цифр 1, 9, 8, 1 (не меняя их последовательности) и пользуясь теми же математическими знаками, что и в первой задаче. Ряд рассматривается до 5 пропусков.

В этом году ряд чисел удалось представить до 57 с пропусками чисел 29, 44, 51, 52, 58, 59. Впервые сразу сорок четыре человека смогли успешно справиться с заданием с соблюдением всех правил и условий конкурса.

Победители: Н. Костенко, В. Салахьян, С. Еремин, О. Доброзраков, Ю. Ермошин (г. Пенза), Г. Маркатов (г. Батури), С. Усманов (с. Знаменка ЧИ АССР), И. Марченко (с. Верлок Житомирской обл.), А. Зубенин (г. Воронеж), Ю. Голоднов (г. Москва), А. Есаулов (г. Владимир), С. Махортов (г. Тамбов), Н. Котов (г. Бирск), Д. Рабин, Е. Юдицкий, И. Музыка, В. Стаднин (г. Краснодар), В. Костарев (г. Пермь), М. Голондарев (г. Джамбул), Бабушка (г. Вильнюс), Г. Гловени, В. Никитин, Г. Мозгунов (г. Рязань), В. Кораблев (г. Донецк), В. Белкин (г. Дивногорск), С. Шилин (г. Иркутск), Л. Грибникова (г. Киев), С. Дереченник, А. Атянсиев (г. Томск), А. Чигинь, В. Козеев (г. Коломна), С. Потапкин (г. Москва), И. Ропай (г. Винница), В. Распутный (г. Красноярск), Ю. Киреев (г. Кременчуг), В. Шоргин (г. Харьков), В. Терехов (д. Новиково Липецкой обл.), Р. Хисамутдинов (г. Стерлитамак), Р. Ружило, Ю. Гасилов (пос. Насосный Аз. ССР), М. Гадеев (г. Уфа), Н. Степанов, Ю. Мордашев (г. Мурманск), А. Довженко (г. Одесса).

Целый ряд читателей отстал от победителей, не справившись с изображением двух чисел

$$34 = -1 + \sqrt{\sqrt{(\sqrt{9})!}^8} - 1$$

$$38 = +1 + \sqrt{\sqrt{(\sqrt{9})!}^8} + 1$$

Третья конкурсная задача: представить 1981 с помощью последовательности цифр 1 2 3 4 5 6 7 8 9

9 8 7 6 5 4 3 2 1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 8 7 6 5 4 3 2 1

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9,

используя минимальное число математических знаков (знаки указаны в задаче № 1).

Приводим примеры с наиболее экономным использованием математических знаков.

$$1. 12^3 + 4, 5 \times 6, (7) \times 8 + 9 = 1981 \quad (4)$$

$$2. 12 - 3 \times [45, (6) - 78 \times 9] = 1981 \quad (4)$$

$$3. [9, (8) + 76 + 5, (4) + 3] \times 21 = 1981 \quad (4)$$

$$4. (9 - 87) \times 6 \times 5 + 4321 = 1981 \quad (4)$$

$$5. (98 - 7) \times (65 - 43) - 21 = 1981 \quad (4)$$

$$6. 1234 + 5, 678 (9) + 87 + 654, 321 \quad (3)$$

$$7. [1234 + 5, (6789) + 87, (6543)] \times 21 \quad (3)$$

$$8. 1234, (56) + 789 - 87 + 65, (43) - 21 \quad (4)$$

$$9. 9 \times [87, (65432) + 123, (45678) + 9] \quad (3)$$

$$10. 9876, 5 + 4 \times 32 - 1234, 5 - 6789 \quad (4)$$

Первое место присуждено Ю. Кирееву, затратившему 14 знаков на 4 примера. Второе место с тем же количеством знаков занял С. Еремин. В коллекции С. Ерёмина пример № 7 имеет изъян — от цифр 2, 3, 4 в нем избавляются возведением единицы в соответствующую степень. Третье место (16 знаков) у В. Салахьяна. Далее (тоже 16 знаков) с 4 по 15 места делят: Н. Костенко, Н. Степанов, Н. Нестеренко (с. Лесная Поляна), О. Доброзраков, А. Довженко, Ю. Мордашев, А. Зубенин, Ю. Голоднов, С. Махортов, М. Голондарев, В. Распутный, Г. Гловени.

По традиции в качестве дополнения публикуем примеры с симметричным расположением знаков.

$$1. 1981 = 12 + 34 \times 5 + 678 + 9 + 876 + 5 \times 43 + 21$$

$$2. 1981 = 1 + 234 + 567 - 8 - \sqrt{9} - 8 + 765 + 432 + 1$$

$$3. 1981 = 98 + 76 + 5^4 + 3 - (2 \times 1 \times 2) + 3 + 45 + 67 + 89$$

$$4. 1981 = 987 - 6 \times 5 + 4^3 + (2 + 1 + 2)! + 34 - 5 \times 6 + 789$$

$$5. 1981 = 123 - \sqrt{4} - 5 + 678 - \sqrt{9} + 876 - 5 - \sqrt{4} + 321$$

$$6. 1981 = -1 + 234 - 5! + 678 + \sqrt{9} + 876 - 5! + 432 - 1$$

$$7. 1981 = 1 - 2 - 3! + 456 + 78 + (\sqrt{9}!)! + 87 + 654 - 3! - 2 + 1$$

Авторы этих сложных и интересных примеров: И. Горшков (пос. Ильинское Московской обл.), В. Кораблев, Ю. Ермошин, Ю. Мордашев, Р. Хисамутдинов.

Теперь очередь примеров-перевертышей.

$$1 + (2 - 3 \times 4) \times (56 - 78) \times 9 = 1981 = 9 \times (87 - 65) \times (4 \times 3 - 2) + 1$$

$$1 + (-2 \times 3 - 4! + 5!) \times (-67 + 89) = 1981 = (98 - 76) \times (5! - 4! - 3 \times 2) + 1$$

$$-1 + 2 + (-34 + 56) \times (7 + 8) \times \sqrt{9}! = 1981 = \sqrt{9}! \times (8 + 7) \times (65 - 43) + 2 - 1$$

$$-1 + 2 + (3! + 4) \times (-56 + 78) \times 9 = 1981 = 9 \times (87 - 65) \times (4 + 3!) + 2 - 1$$

Авторы примеров: С. Усманов, Ю. Голоднов, В. Кораблев, В. Шергин, Р. Хисамутдинов.

В обзоре, посвященном числу 1980, были приведены равенства с употреблением больших чисел. Читатели уделили большое внимание этому разделу.

Интересные примеры с использованием семизначных чисел прислал В. Кораблев.

$$\sqrt{9} - 87 - 6 - (5 + 4!)^3 + 2123456 + 78 - 9 = 1981$$

$$-9! \times 8 - (76 + 5)\sqrt{4} + 3212345 - 67\sqrt{8, (9)} = 1981$$

В письмах читателей нашлось и восьмизначное число:

$$1234, (5678) + \sqrt{9}! + 8 + 7 + 6! + 5, (4321) = 1981$$



Авторы этого примера С. Усманов и С. Шилин.

$$1234, (5678) + (\sqrt{9}!) + 8 + 7 + 6 + 5, (4321) = 1981$$

Этот вариант предыдущего примера принадлежит Г. Маркату и В. Кораблеву.

Н. Степанов пишет: «Пример В. Курова с восьмизначным числом (для 1980 года) превзойдут только в 1992 году, когда удастся использовать девятизначное число». И приводит соответствующие примеры. М. Голондарев другого мнения. Он считает, что этот рекорд можно побить и для изображенного числа 1981:

$$(1234567,8(9)-8,7):(-6+5^4+3,2+1)=1981$$

Несколько примеров, которым не нашлось мест в основной подборке:

$$12, \underline{3} - 4, \underline{5} - 6789 + 8765, \underline{4} - \underline{3}, \underline{2} \times 1 = 1981$$

Это один из примеров, присланных В. Салахьяном. В нем допускается замена подчеркнутых десятичных дробей на периодические, например:

$$12, \underline{3} - 4, \underline{5} \dots \rightarrow 12, (\underline{3}) - 4, (\underline{5}) \dots = 1981$$

Пример Н. Степанова интересен тем, что он состоит из 8 двузначных чисел

$$98 + 76 + 54 \times 32 - 12 - 34 + 56 + 78 - 9 = 1981$$

А. Атянсьев обратил внимание на то, что в примере используются (не считая возведения в степень) только одни знаки сложения.

$$987 + 65 + 4^3 + 2^1 + 23 + 45 + 6 + 789 = 1981$$

В завершение несколько примеров, не ограниченных какими-либо условиями. И. Горшкова прислала пример.

$$44^2 + 45 = 1981 = 45^2 - 44$$

Если  $a = b + 1$ , то всегда  $b^2 + b = a^2 - a$ , но применительно к заданному числу пример выглядит неплохо.

А. Атянсьев прислал несколько интересных примеров

$$\begin{aligned} 1981 &= (100 \times 19) - (100 - 19) \\ 1981 &= (3 + 4) \times (3^3 + 4^4) \\ 1981 &= \frac{44^3 + 44^2 + 44^1}{44} \end{aligned}$$

В. Киберева (г. Харьков) последний пример представил как общую формулу для числа 1981, короче которой вряд ли можно будет придумать в ближайшее время. А использовать эту формулу в первой конкур-

сной задаче мы не смогли, так как она записана как число с основанием 44.

$$\left( \frac{AAA}{A} \right)_{44} = (1981)_{10}$$

Завершаем подборку несколькими примерами Г. Гловени.

$$\begin{aligned} 1981 &= 987 + 654 + 321 + (1 + 9 + 8 + 1) \\ 1981 &= 1 + 2 + 3 + \dots + 62 + (19 + 8 + 1) \end{aligned}$$

Эти примеры будут правильны и для последующих лет.

$$\begin{aligned} 1^2 + 9^2 + 8^2 + 1^2 &= 4 + 5 + \dots + 17 \\ (1 + 9 + 8 + 1)^2 &= 5 + 6 + \dots + 26 \\ 1981 &= 1^3 + 2^3 + \dots + 9^3 - (2 + 3 + \dots + 9) \end{aligned}$$

Подведем итоги конкурса. По результатам решения трех обязательных задач места распределились следующим образом: В. Салахьян — 1-е место, Ю. Голоднов, С. Еремин — 2—3-е места, Н. Костенко — 4-е место, О. Доброзраков — 5-е место, Ю. Киреев — 6-е место. Первые шесть призеров будут награждены подпиской на журнал «Наука и жизнь» на 1983 год.

Ждем ваших работ, посвященных 1982 году. Для участия в конкурсе письма должны быть отправлены не позднее 1 августа 1982 года.

Как всегда, обращаем внимание читателей на четкое оформление конкурсных материалов. Все решения должны быть отправлены в одном письме. В первой задаче приводятся по два примера (с наименьшим числом цифр и наименьшим числом знаков). Если минимальные примеры заимствованы из предыдущих подборок, то желательно дать свой вариант. С правой стороны примера в скобках ставится сумма использованных цифр и через запятую — сумма знаков. Если в примере надо учесть только цифры, то на месте суммы использованных знаков ставится прочерк. Во втором примере прочерк ставится в скобках на первом месте. Обязательно приводятся общая сумма использованных цифр, общая сумма использованных знаков и, наконец, общая итоговая сумма цифр и знаков.

Во второй конкурсной задаче сначала указывается, сколько чисел (до 5 пропусков) удалось записать, затем перечень чисел, которые не удалось, и, наконец, дается запись всех представленных чисел.

Третья задача оформляется аналогично первой.

После решения обязательных задач можно давать все интересное, касающееся числа 1982.

Благодарим всех читателей, принявших участие в решении конкурсных задач. Пожелаем им удачи в следующем конкурсе, посвященном 1982 году.

Обзор составил А. СОРОКИН.



● Арабское племя маадан живет на болотах в междуречье Тигра и Евфрата, близ общего устья этих рек. Каждая семья занимает один островок, на нем из связок тростника и пальмовых листьев построено жилище, примитивное, но зато легко восстанавливаемое после очередного наводнения. Чем питаются эти «арабы болот», как называют их соседи? Здесь хорошо ловится рыба, много водоплавающей птицы, на некоторых островках растут пшеница, рис, устроены огороды. Многие семьи держат водяных буйволов. Существует товарообмен с внешним миром: маадан продают тростник и осоку на бумажные фабрики в Басре. Связь между островками и с «большой землей» поддерживается на лодках, конструкция которых не из-

менилась за последние 5000 лет.

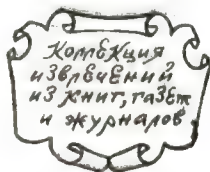
На островках среди болот и проток живет около 30 тысяч человек племени маадан, по окраинам болот держится еще примерно 60 тысяч. Хотя молодежь часто уезжает учиться в большие города Ирака, многие после окончания школы возвращаются на болота. Тур Хейердал, посетивший эти места, писал, что, если готовность к улыбке и смеху считать мерой счастья, то он не видел нигде более счастливого народа, чем люди племени маадан.

● Самый длинный забор мира находится в Австралии, в штате Квинсленд. 5531 километр — такова общая длина ограды высотой 1,8 метра. Для сравнения: протяженность Великой китайской стены со всеми ответвлениями — около 4000 километров. Ограда была возведена 25 лет назад для защиты овечьих стад от нападений диких собак динго. На ее ремонт ежегодно тратилось до миллиона долларов. Но сейчас стена

заброшена и понемногу приходит в упадок, так как исследования биологов и повседневный опыт убедили скотоводов, что динго являются санитарями овечьего стада и выбраковывают только старых и больных животных, мясо и шерсть которых все равно имеют низкое качество.

● Двадцатилетний и матрос английского торгового флота Билл Нил прибыл из Дувра во Францию в обыкновенной эмалированной ванне, преодолев Ла-Манш за тринадцать с половиной часов. Всю дорогу он греб одним кормовым веслом.

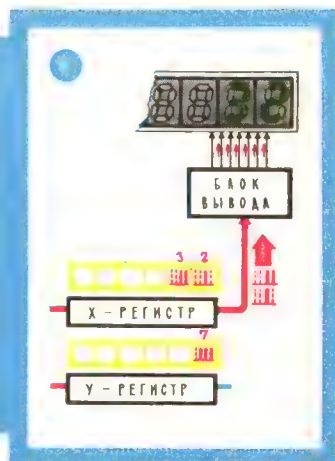
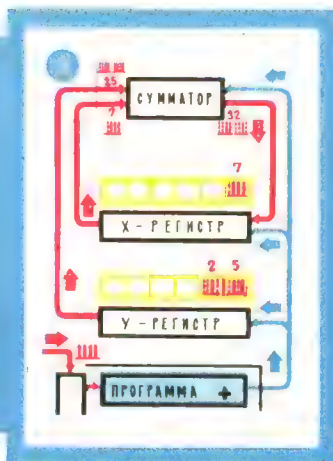
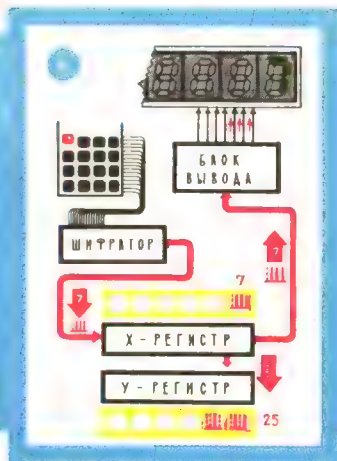
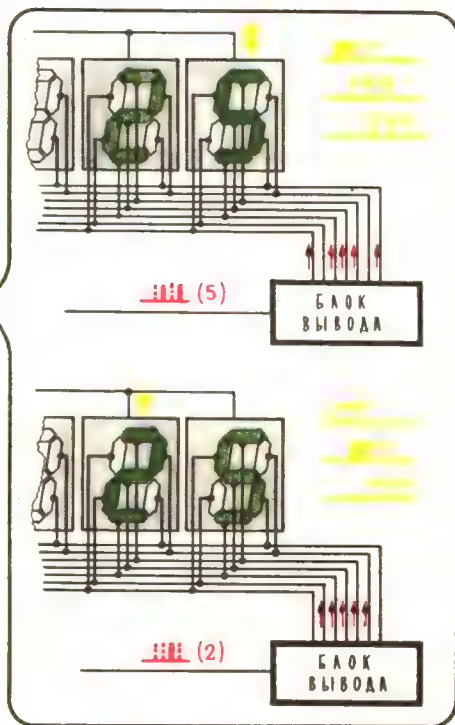
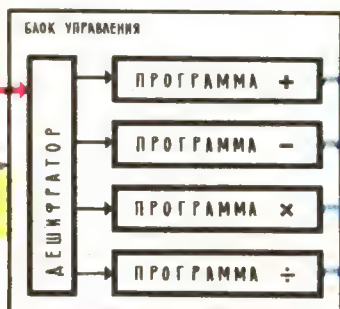
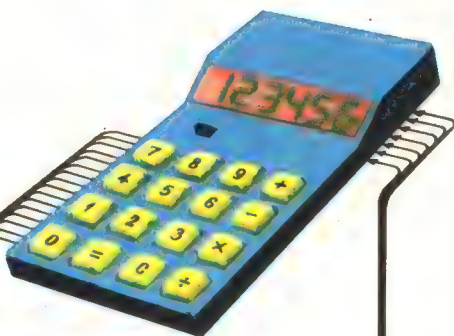
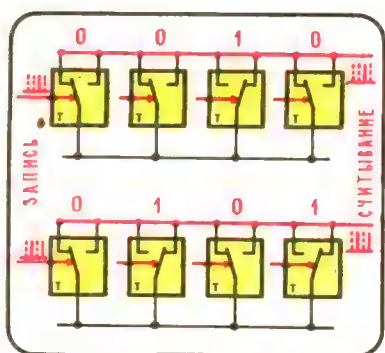
Во Франции давно издан закон, запрещающий приставать к ее берегам лицам, которые в поисках никчемных рекордов пересекают Ла-Манш на самых неожиданных «средствах транспорта». Такие заплывы создают помехи для судоходства, весьма оживленного в этом проливе, и часто доставляют много хлопот спасателям. Поэтому прием рекордсмена был далеко не теплым.

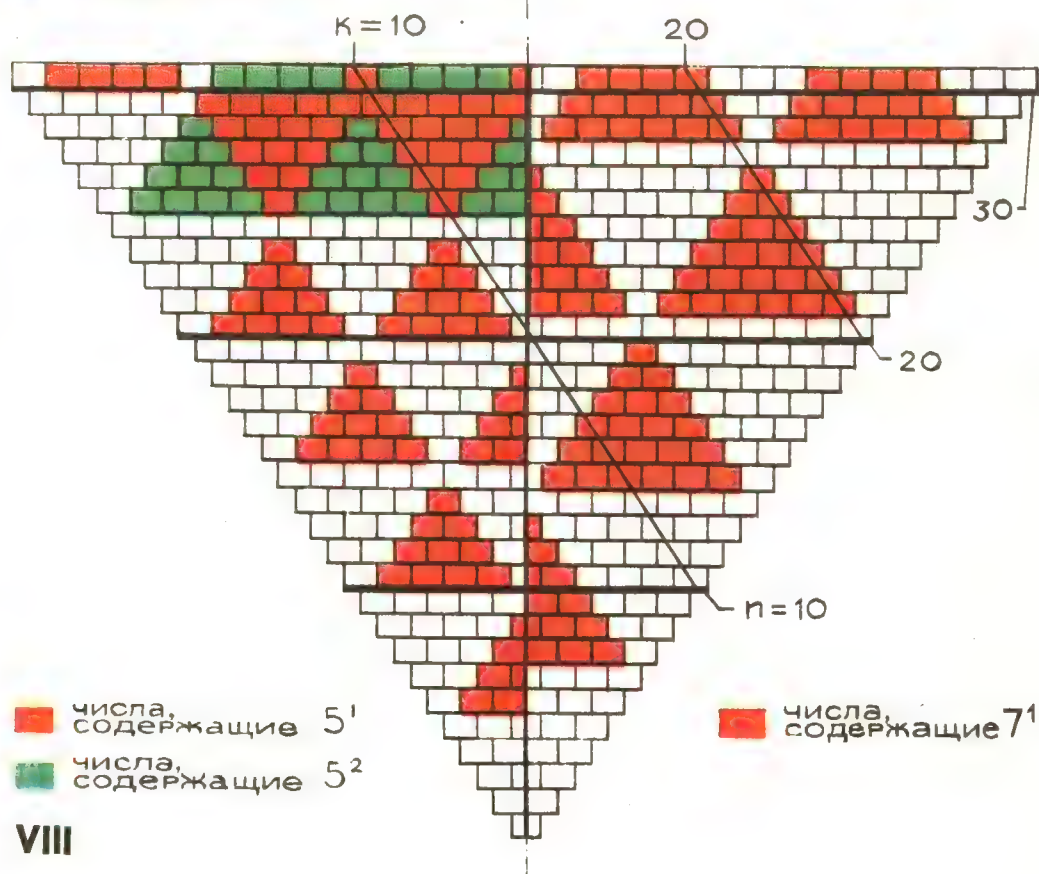
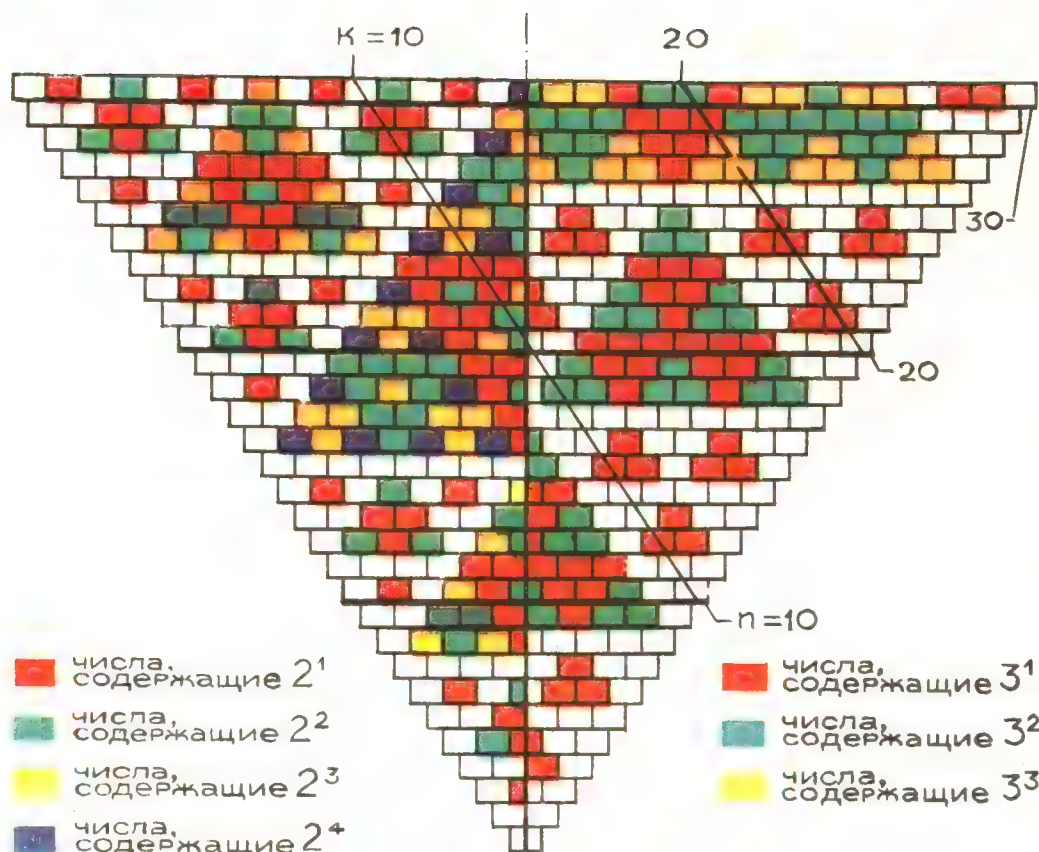




# ФРАГМЕНТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ СЛОЖЕНИЯ ДВУХ ЧИСЕЛ

(см. статью на стр. 104).







# МНОГОЦВЕТНАЯ ГАРМОНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКА ПАСКАЛЯ

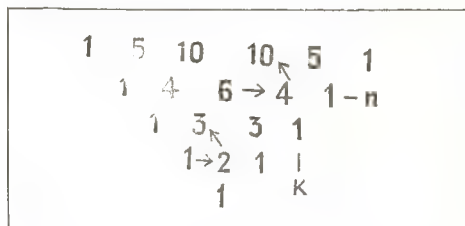
С. АБАЧИЕВ.

В этой статье любителям математических досугов предлагается провести небольшую исследовательскую работу. Это исследование связано с темой простых чисел в треугольнике Паскаля, затронутой в брошюре В. А. Успенского «Треугольник Паскаля» и в книге М. Гарднера «Математические новеллы».

«Треугольник Паскаля так прост,— пишет М. Гарднер,— что выписать его может даже десятилетний ребенок.— В то же время он таит в себе неисчерпаемые сокровища и связывает воедино различные аспекты математики, не имеющие на первый взгляд ничего общего. Столь необычные свойства позволяют считать треугольник Паскаля одной из наиболее изящных численных схем во всей математике».

Для предлагаемого исследования достаточно знать лишь основную и очень простую идею «наращивания» треугольника Паскаля. Этот процесс основан на единственной арифметической операции сложения двух чисел. (Именно поэтому треугольник Паскаля часто называют арифметическим.) Треугольник Паскаля начинается с того, что на середине листа пишется единица. Затем над ней надстраивается строка с двумя еди-

ницами. Над ней — следующая строка и т. д. Все элементы строк вычисляются по следующему правилу: каждое число вышележащей строки равно сумме двух ближайших чисел нижележащей строки. Единицы по краям (кроме исходной, «зародышевой») не составляют исключения. Их можно представить как сумму нижележащей единицы и нуля. В целом развитие числовой системы таблицы выглядит так:



Обычно треугольник Паскаля «наращивают» сверху вниз, но для наших целей надо поступить наоборот. Так лучше оттеняется поступательное усложнение треугольника Паскаля — первостепенно важное для изучения организации в нем простых чисел.

Присвоим строкам индекс «n», а столбцам индекс «k». Обозначим натуральные числа-элементы этой системы абстрактным алгебраическим символом  $N_{n,k}$ . Тогда основной закон их организации запишется очень просто:

$$N_{n,k} + N_{n,k+1} = N_{n+1,k+1},$$

ГДЕ  $n=0,1,2,3,\dots, k=0,1,2,3,\dots,n$

[1]

Для предлагаемого исследования также важно и то, что числа  $N_{n,k}$  совпадают с биномиальными коэффициентами  $C_n^k$ , означающими число сочетаний из  $n$  элементов по  $k$ . Величина  $C_n^k$  определяется через  $n$  и  $k$  по формуле:

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

[2]

В дополнение к этому надо иметь в виду что каждое натуральное число  $N$  можно единственным образом представить в виде произведения простых чисел  $(1, 2, 3, 5, 7,\dots)$ :

$$N = 1 \cdot 2^{\alpha} 3^{\beta} 5^{\gamma} 7^{\delta} \dots,$$

ГДЕ  $\alpha, \beta, \gamma, \delta = 0, 1, 2, 3 \dots$

(3)

Естественно, что и каждый элемент треугольника Паскаля  $N_{n,k}$  можно представить таким образом. Спрашивается, как себя при этом поведут простые компоненты-сомножители в системе треугольника Паскаля? Как отразится на их организации то, что сами числа  $N_{n,k}$  организованы по закону (1)? Как в треугольнике Паскаля распределяются числа, кратные определенным простым сомножителям?

Ответы на вопросы такого рода математики ищут и находят давно. О традиционных методах исследования организации простых чисел в треугольнике Паскаля дает представление брошюра В. А. Успенского. Предлагаемый здесь метод исследования — сугубо эвристический. Единственное, чем надо руководствоваться в работе, — это соображениями симметрии. При этом не потребуются знания элементов теории групп — математического учения о симметрии. Вот триединая идея такого метода:

1. Обозначить числа «кирпичиками», а сам треугольник Паскаля заменить треугольной схемой «кирпичиков».

2. Изучать организацию каждой простой компоненты на своей собственной схеме чисел-«кирпичиков».

3. То обстоятельство, что простые компоненты-сомножители могут входить в числа  $N_{n,k}$  в разных степенях, обозначить цветом.

На цветной вкладке представлена организация простых компонент-сомножителей «2», «3», «5» и «7». Как видим, при таком методе препарирования треугольника Паскаля организация простых компонент становится в высшей степени наглядной и легко обозримой. За истинность этой картинки можно ручаться: она лишь фиксирует результаты проделанного расчета по правилам (1) и (3). Симметричность организации простых чисел в треугольнике Паскаля поистине восхитительна! И вот она-то и дает возможность продолжить познание организации простых компонент  $N_{n,k}$  хоть до уровня  $p = 150-200$  без вычислений по правилам (1) и (3). Для этого надо лишь уловить законы усложнения цветных мозаик.

Эту исследовательскую работу мы и предлагаем проделать любителям математических досугов. Той информации, которая представлена на цветной вкладке, вполне достаточно для того, чтобы интуитивно угадать логику усложнения мозаик. Все исследование, повторяем, — это своего рода тре-

нировка сугубо эвристического познания, опирающегося на интуитивное чувство симметрии и на чувство красоты. Такой штурм проблемы простых чисел в треугольнике Паскаля даст исследователю едва ли не наиболее полное и детальное понимание этой проблемы. Во всяком случае, тот человек, который познает многоцветную, гармоничную треугольника Паскаля, сможет без труда (и, разумеется, совершенно по-новому) ответить на все вопросы о простых числах в треугольнике Паскаля, которые рассматриваются в книге М. Гарднера и в брошюре В. А. Успенского.

Тем, кто примется за работу, она очень скоро покажется чисто художественным упражнением по созданию каких-то изящных мозаичных орнаментов. Между тем это «художественное творчество» эквивалентно такому вычислительному процессу, который по силам разве что компьютеру. Но как в процессе этих вычислений без вычислений не передоверить интуитивному чувству симметрии? Как корректировать интуитивные прогнозы, чтобы они предсказывали то, что действительно присутствует в недрах треугольника Паскаля?

Здесь на помощь придет формула (2). Она позволяет совершенно независимым, старым добрым способом рассчитать внутреннее устройство чисел  $N_{n,k}$ . Может случиться, что исследователю для угадывания нового большого фрагмента мозаик будет не хватать знания внутренней структуры двух-трех чисел  $N_{n,k}$ , и тогда вычисления по формуле (2) дадут нужную информацию. Это в определенной мере будет похоже на то, как в реальной науке данные нескольких экспериментов позволяют постигнуть новые законы. Успех интуитивных прогнозов на основе соображений симметрии тоже полезно закреплять несколькими вычислениями по формуле (2). Это в определенной мере будет похоже на то, как в реальной науке вновь созданные теории проверяются экспериментами.

Понятно, что эти вычисления могут быть довольно громоздкими и требующими большой внимательности. Много рутинной работы требует и вычерчивание схем чисел-«кирпичиков». Но и это в значительной мере напоминает реальную науку, где истина открывается тем исследователям, которые умеют терпеливо проделывать рутинную работу. Кроме того, роль экспериментов, в которой выступают эти вычисления, в значительной степени поставит исследователя в положение теоретика, проверяющего прогнозы своей теории.

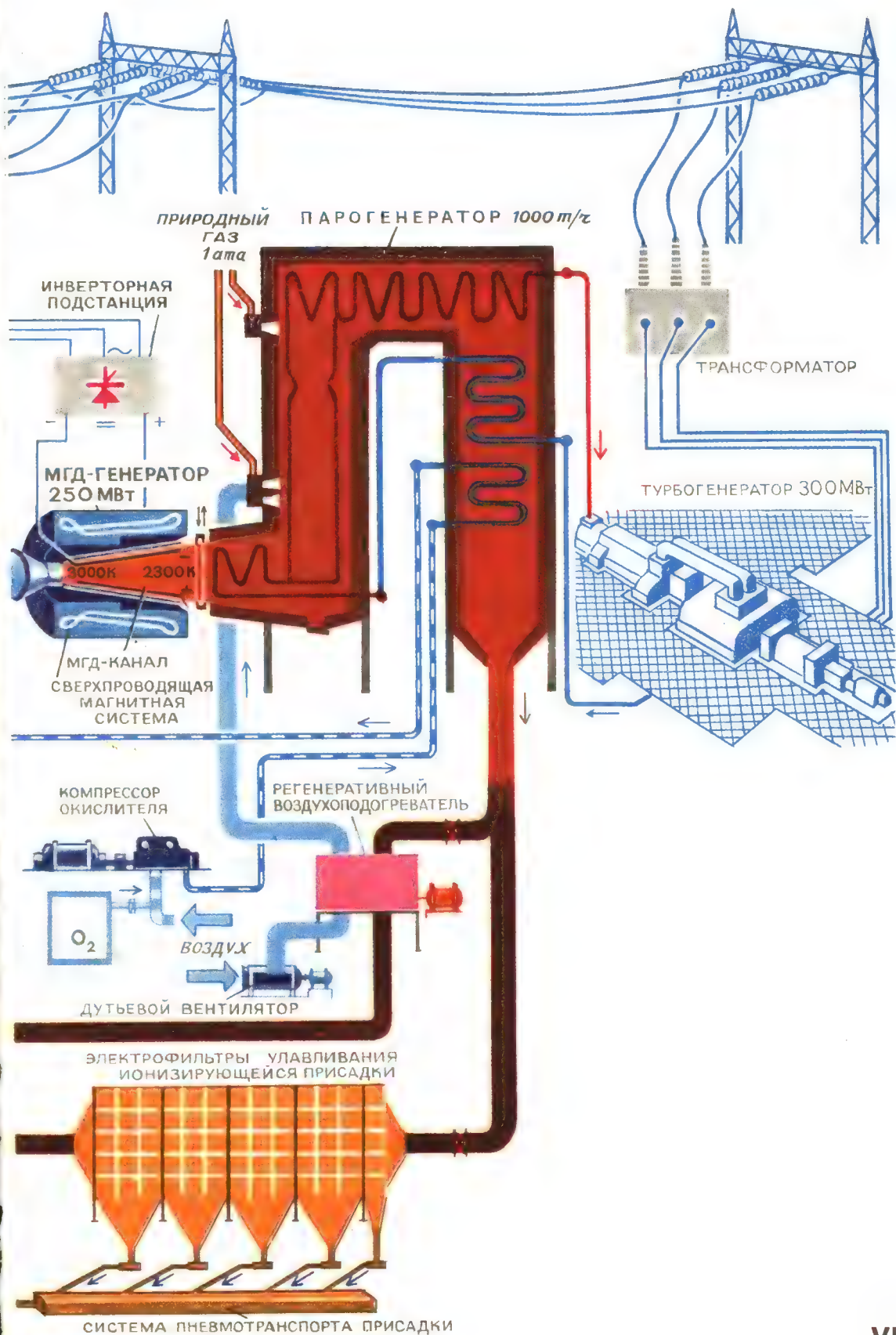
В общем, тех, кто захочет самостоятельно ознакомиться с красочной гранью неисчерпаемого очарования треугольника Паскаля, ждут приятные минуты и часы творчества.

## ЛИТЕРАТУРА

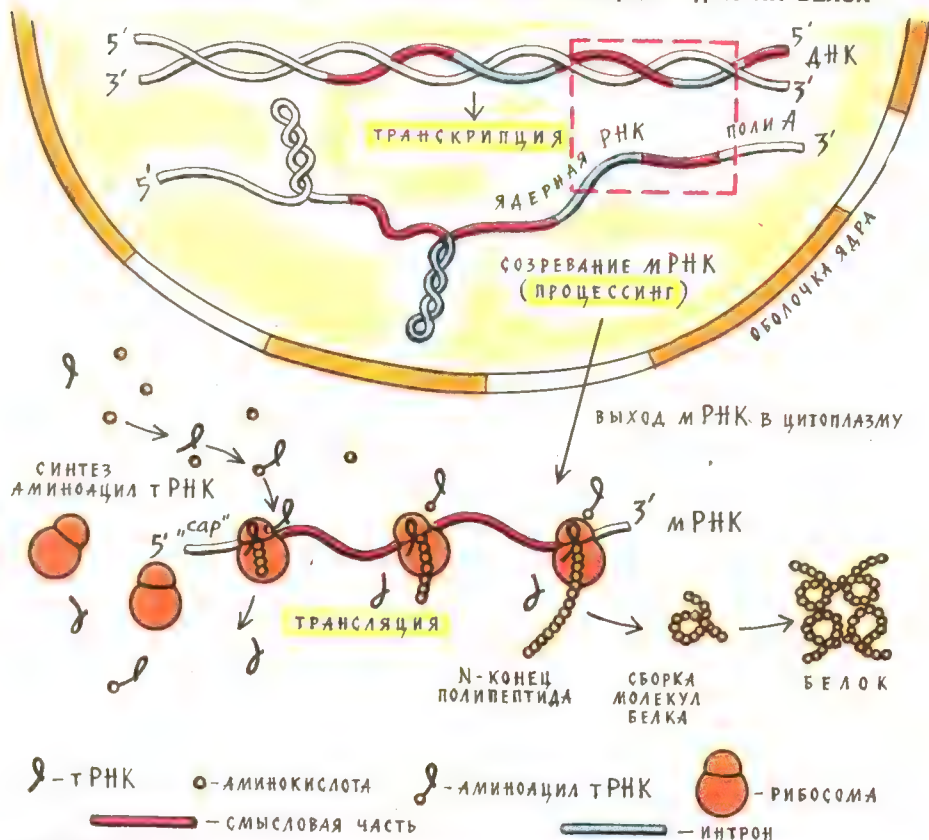
Гарднер М. Математические новеллы. М., «Мир». 1974.

Успенский В. А. Треугольник Паскаля. М., «Наука». 1979.

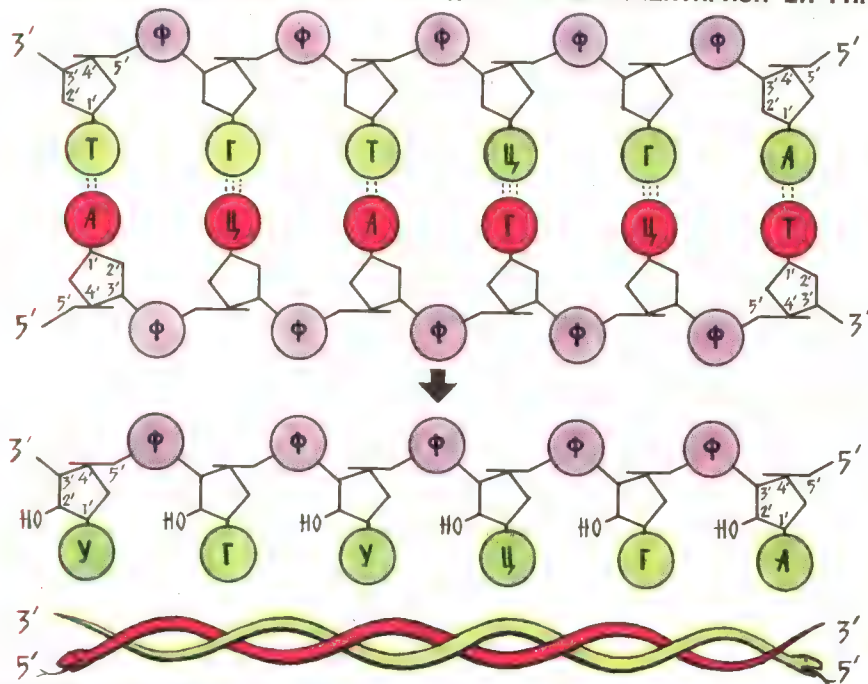




# СХЕМА ПЕРЕДАЧИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С ДНК НА БЕЛОН



## СХЕМА СТРОЕНИЯ ДВУЦЕПОЧНОЙ ДНК И КОМПЛЕМЕНТАРНОЙ ЕЙ РНК.





# АКСИОМЫ БИОЛОГИИ

## АКСИОМА ВТОРАЯ

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

### И СНОВА НЕМНОГО ИСТОРИИ

В 1927 году на III Всесоюзном съезде зоологов, анатомов и гистологов в Ленинграде наш блестящий биолог Николай Константинович Кольцов сделал доклад, в котором впервые была четко сформулирована вторая аксиома биологии. Принцип Н. К. Кольцова до сих пор остается неизбывным, несмотря на то, что представления о природе наследственных молекул совершенно изменились. В начале доклада Н. К. Кольцов припомнил давнее событие — Московский съезд естествоиспытателей и врачей, состоявшийся в 1893 году. Два выступления на нем особенно врезались в память Кольцова, тогда молодого

\* Продолжение. Начало см. «Наука и жизнь» №№ 2 и 3, 1980 г.

исследователя, изучавшего анатомию лягушки.

Профессор М. А. Мензбир рассказал о нашедших в то время идеях Августа Вейсмана, разделившего организм на наследственную плазму и сом (аналоги современных генотипа и фенотипа). Из теории Вейсмана следовало, что генотип располагается в клеточном ядре и передается от поколения к поколению яйцеклетками и спермиями.

И на том же съезде химик А. А. Колли путем простейших математических выкладок, основываясь на далеко еще не полных и во многом неверных представлениях о природе белков, показал, что в головке спермия может уместиться очень мало белковых молекул — примерно столько же, сколько и хромосом.

Странным образом, никто тогда, кроме Кольцова, не сопоставил оба этих выступления. Да и сам Николай Константинович вынес свои идеи на всеобщее обсуждение только более чем через тридцатилетний период размышлений, уже после того, как родилась на свет генетика Моргана и белковая химия шагнула далеко вперед.

Вывод его был прост: хромосома — это гигантская молекула. Впоследствии, в 1935 году, он назвал хромосомы «наследственными молекулами». Согласно Кольцову, в хромосоме в линейной последовательности располагаются белковые молекулы — гены. Каждый ген — цепочка аминокислотных остатков, соединенных пептидными связями.

Напомним, кстати, читателям, что такое аминокислота. Этого названия заслуживает

Схема передачи генетической информации с ДНК на белок. С находящейся в ядре ДНК снимается «рабочая копия» гена — ядерная РНК (транскрипция). Значительная, обычно большая, ее часть не кодирует аминокислотной последовательности и отбрасывается. В то же время вырезаются и «нечитаемые» вставки (интроны). Созревшая мРНК, получившая «шапочку» на конце и полиадениловую последовательность на 3' конце, через пору в ядерной оболочке выходит в цитоплазму. Здесь информация с нее считывается белоксинтезирующими аппаратами клетки — рибосомами (трансляция). Рибосомы гуськом идут по мРНК; каждый раз, когда рибосома смещается на три нуклеотида к 3' концу, к растущей полипептидной цепи присоединяется один аминокислотный остаток.

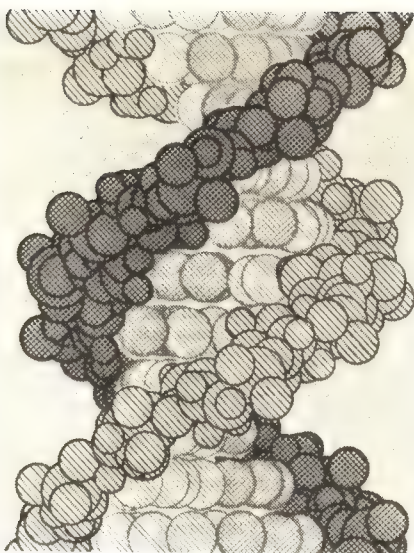
Аминокислоты доставля-

ются к рибосомам молекулами транспортной РНК (тРНК). Отдав аминокислоту, тРНК образует снова комплекс (аминоацил-тРНК) с другой и снова вовлекается в процесс. Полипептидная цепочка, оборвавшись на бессмысленном, терминирующем кодоне, свертывается специфичным для каждого белка образом. Это вторичная структура белка, поддерживаемая водородными связями; обычно это однонитчатая спираль.

Спираль, в свою очередь, складывается, образуя третичную структуру. Наконец, многие белки состоят из более чем одной полипептидной цепи. Таков, например, гемоглобин, молекула которого состоит из четырех субъединиц. Это четвертичная структура. Все детали высших уровней структур определяются первичной структурой — последовательностью аминокислотных остатков (а та, в свою оче-

редь, — последовательностью кодонов в гене). Схема далеко не полна: в ней не показаны молекулы ферментов, катализирующих каждую стадию процесса, а также энергетическая сторона биосинтеза, осуществляемая с помощью богатых энергией молекул АТФ и ГТФ.

Нижне — схема строения двуцепочечной ДНК и комплементарной ей РНК. Такой участок может кодировать две аминокислоты — серин и цистеин. Ф — остаток фосфорной кислоты, А, Г, Ц, Т, У — соответственно аденин, гуанин, цитозин, тимин и урацил. Красным цветом дана смысловая последовательность, зеленым — комплементарная ей последовательность в ДНК (двойная спираль показана расплетенной) и мРНК. Принцип антипараллельности цепей в ДНК нагляднее показан на шуточной схеме внизу.



Двойная спираль — знаменитая спираль ДНК, предложенная в 1953 году Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Состоит из двух цепей, удерживаемых поперечными связями (в середине модели) между основаниями.

любое соединение, содержащее одновременно аминокруппу —  $\text{NH}_2$  и радикал органических кислот —  $\text{COOH}$ . Пептидная связь возникает между этими группировками, при этом отщепляется молекула воды. Белки состоят из сотен и тысяч аминокислотных остатков, соединенных пептидными связями.

Н. К. Кольцов предположил, что все наследуемые свойства организмов закодированы в хромосомах порядком чередования разнообразных аминокислотных остатков.

Но отсюда следовало, что заново возникнуть подобные молекулы не могут. Слишком мала вероятность того, что аминокислоты сами по себе, без какого-нибудь упорядочивающего фактора соберутся в нужную последовательность. А ведь она воспроизводится в каждом поколении, и вероятность ошибки ничтожна. Кольцов приводил пример с цепочкой всего из 17 аминокислот: возможно существование триллиона вариантов таких цепочек, различающихся чередованием остатков! Но такая цепочка гораздо проще большинства природных белков.

Теперь, когда последовательность аминокислот известна для многих десятков, если не сотен белков, можно привести еще более убедительный пример, как это делает Манфред Эйген\*. Цитохром С — не самый большой белок, в нем всего лишь около сотни аминокислотных остатков. Эйген подсчитал, что число вариантов такой последовательности — около  $10^{130}$  (единица состоит из тридцати нулей). Трудно представить столь огромную величину. Если бы вся Вселенная (все планеты, звезды и галакти-

ки) состояла из цитохрома, в ней могло уместиться только около  $10^{74}$  молекул! Это ли не подтверждение мысли Н. К. Кольцова!

И Кольцов делает следующий вывод: «наследственные молекулы» синтезируются матричным путем. В качестве матрицы, на которой строится ген будущего поколения, используется ген предыдущего поколения.

Это и есть аксиома биологии № 2. Кольцов продолжил цепь рассуждений биологов предыдущих веков. Если Франческо Реди в XVII веке сформулировал принцип «Omne vivum ex vivo» — «Все живое из живого», опровергающий возможность самозарождения жизни, то XIX век добавил принципы «Omnis cellula ex cellula» — «Каждая клетка из клетки» и «Omnis nucleus ex nucleis» — «Каждое ядро из ядер». И Кольцов завершает: «Omnis molecula ex molecula» — «Каждая молекула (имеется в виду «наследственная молекула») из молекул».

Принцип матричного копирования был известен людям тысячи лет. Еще обитатели Шумера имели цилиндрические печати из твердого камня с вырезанными на них именами владельцев и различными рисунками. Прокатив такой цилиндр по мягкой глине, древний шумер получал отчетливый оттиск рисунка и печати. На этом же приеме основана любая система точного и массового копирования сложных структур с закодированной в них информацией — будь то книгопечатание, чеканка монет или же изготовление фотооттисков с негатива. Представляется странным, что идею Н. К. Кольцова о матричном синтезе генов поддерживали в 20–30-е годы лишь немногие.

Но она была уже пущена в научный обиход. Ученик Н. К. Кольцова Н. В. Тимофеев-Ресовский познакомил с ней физика М. Дельбрюка. В 1944 году Э. Шредингер написал известную книжку «Что такое жизнь с точки зрения физика», в которой идею матричного синтеза гена приписал по ошибке Дельбрюку (ошибка через год была исправлена известным генетиком Дж. Б. С. Холдейном в рецензии на книгу Шредингера в журнале «Нэйчер»).

А через 8 лет, в 1953 году, через 13 лет после смерти Н. К. Кольцова, в том же журнале появилась краткая статья физика Ф. Крика и ученика Дельбрюка — генетика Дж. Уотсона.

Крик и Уотсон расшифровали структуру «наследственной молекулы» и показали, что в ней самой заложена способность к матричному копированию. Но «веществом наследственности» оказался не белок, а дезоксирибонуклеиновая кислота — всем известная ныне двойная спираль ДНК.

## ПОЧЕМУ ЖЕ ДНК!

Почему же Кольцов, гениально предугадав необходимость матричного синтеза гена, ошибся в выборе материала для него? Все дело заключалось в несовершенстве тогдашних микроскопических методов. Уже была известна отличная реакция на

\* М. Эйген, Э. Винклер. Игра жизни. М., Наука, 1979 г.



нуклеиновые кислоты — реакция Фэльгена, окрашивающая ядра клеток и хромосомы в ядрах в малиново-красный цвет. Однако когда ДНК в периоде между делениями клеток равномерно распространялась по ядру, окраска была слабой, почти незаметной. Так мы можем видеть катушку ниток и не заметить нитку той же длины, размотанную по поверхности большого ковра. Поэтому большинство исследователей полагало, что ДНК из ядра в промежутке между делениями вообще исчезает. А ведь согласно идее матричного синтеза ген не может возникнуть заново.

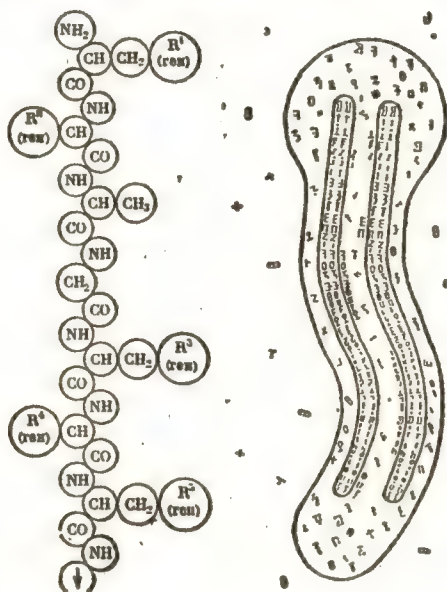
Кстати, может ли последовательность аминокислот размножаться матричным путем? Как удалось установить, в природе — нет. И все же... Кольцов оказался не так уж и не прав.

Вот как он представлял процесс «размножения» молекулы: «...всякая (конечно, сложная органическая) молекула возникает из окружающего раствора только при наличии уже готовой молекулы; причем соответствующие радикалы помещаются... на те пункты имеющейся налицо и служащей затравкой молекулы, где лежат такие же радикалы». Именно процесс этого рода удалось воспроизвести в опыте.

Есть такая аминокислота — глутаминовая (она придает специфический привкус сухим пакетным супам — туда добавляют ее натриевую соль). Она может существовать как всякое органическое соединение с асимметричным атомом углерода в двух формах, условно названных «правой» и «левой». Природные белки содержат только «левые» аминокислоты.

Как и любую аминокислоту, глутаминовую можно полимеризовать. При этом воз-

Вот так представлял Н. К. Кольцов устройство «наследственной молекулы» — геномемы (нити генов). Справа — данная Кольцовым гипотетическая схема хромосомы с двумя геномемами.



Четыре с половиной тысячи лет назад древние шумеры открыли принцип матричного копирования. Прокатив валик-печатку по мягкой глине, шумер получал зеркальную копию изображения. Но матричное копирование природой изобретено раньше на три миллиарда лет — оно было первым завоеванием жизни и ее необходимым условием.

никает длинная монотонная цепочка; глу — глу — глу — глутаминовая кислота, так же напоминающая природный белок, как звон будильника напоминает музыку.

Растворим полиглутаминовую кислоту (из «левых» форм) в водной щелочи при  $t100^\circ$  и добавим в реакционный сосуд смесь молекул «правой» и «левой» формы глутаминовой кислоты. При охлаждении раствора происходит процесс, удивительно напоминающий тот, который описал Кольцов. Молекулы глутаминовой кислоты присоединяются к звеньям полимера — полиглутаминовая кислота служит для них матрицей. Под действием облучения между этими молекулами возникают пептидные связи — сшивки. Так образуется новая молекула полиглутаминовой кислоты, построенная на матрице старой. Чем это не размножение молекул по Кольцову?

К тому же матрица выбирает материал для постройки копии — только «левую» форму. В принципе возможен выбор нужной молекулы и из смеси разных аминокислот. Казалось бы, таким способом может размножаться и настоящий белок.

Однако на деле все обстоит не так просто. Если мы повысим концентрацию аминокислоты или же быстрее будем охлаждать раствор, избирательность синтеза сразу исчезает. Точную копию полимерной молекулы таким способом получить нельзя.

Причины этого — природа связей, которыми одиночные молекулы глутаминовой кислоты присоединяются к матричному полимеру. Такие связи называют водородными. Остатки любых аминокислот могут реагировать с любыми же — такие водородные связи в белках называются неспецифическими. Именно поэтому матричный синтез полиглутаминовой кислоты теряет специфичность, как только мы пытаемся его ускорить. А непреложное условие точного матричного копирования — точное спаривание молекул. Белки — плохие матрицы, и поэтому они не могут размножаться сами.

А нуклеиновые кислоты? Вспомним их строение. Это, как и белки, длинные моле-

кулы полимеров. Но в отличие от белков звеньями полимера являются не аминокислоты, а нуклеотиды, к которым присоединены азотистые основания — гуанин, аденин, цитозин и тимин (в РНК тимин заменяется урацилом). Связываются звенья нуклеотидов фосфодиэфирными связями остатка фосфорной кислоты —  $H_3PO_4$ .

Полипептидные цепи белков могут соединяться попарно водородными связями, но, как уже упоминалось, эти связи неспецифичны. Иное дело нуклеиновые кислоты. Здесь термодинамически выгоднее образование пар аденин—тимин (или аденин—урацил) и гуанин—цитозин. Эти пары называют каноническими, или комплементарными. Все другие в обычных условиях неустойчивы. Поэтому в двойной спирали ДНК против гуанина в одной цепи всегда стоит цитозин в другой, а против аденина — тимин. И когда на одиночной цепи, как на матрице, строится новая, точность синтеза при этом условии оказывается удовлетворительной для передачи генетической информации из поколения в поколение.

Мы видим существенное отличие от схемы Кольцова: согласно ей, подобное притягивается к подобному (в нашем опыте глутаминовая кислота — к остатку глутаминовой же кислоты). При матрицировании ДНК притягиваются противоположные основания, комплементарные, образующие наиболее устойчивые пары с минимумом свободной энергии. Цепи в двойной спирали можно уподобить негативу и позитиву. Напомним, кстати, что и типографский шрифт, и печати, и чеканы для монет тоже не точные копии отпечатков, а их зеркальные отражения.

Как и при формулировке первой аксиомы, подчеркнем: главное не материальный субстрат, а матричный принцип его синтеза. Да, в земных условиях белки оказались плохими матрицами, а нуклеиновые кислоты — хорошими. Но из этого не следует, что на других планетах во Вселенной дело обстоит точно так же. Гены там могут состоять из других соединений (каких — нам пока неизвестно), но размножаться они должны, как и на Земле, матричным путем.

Но мы живем на Земле. Поэтому сейчас мы должны вспомнить, как генетическая информация кодируется в нуклеиновых кислотах и как она трансформируется в молекулы белков. Это нам пригодится в дальнейшем. Рассмотрим принципы генетического кода — языка Жизни. Ибо, как сказал Козьма Прутков: «...не зная законов языка ирокезского, можешь ли ты делать такое суждение по сему предмету, которое не было бы необоснованно и глупо?»

## АЛФАВИТ БЕЛКОВ

Итак, в статье уже говорилось, что аминокислотой может называться любое соединение, содержащее аминный ( $-NH_2$ ) и карбоксильный ( $-COOH$ ) радикалы. Отсюда следует, что число возможных аминокислот должно быть очень велико, практически бесконечно. Тем более удивитель-

но, что природа для построения белковых молекул использует всего лишь двадцать аминокислот. Это так называемые «магические» аминокислоты.

Может быть, по каким-то неясным нам еще причинам только они годятся для использования в жизненных процессах? Нет, аминокислоты, не входящие в число «магических», можно обнаружить в составе организмов — но только не в белках. Таковы, например, тироксин (известный гормон щитовидной железы) или же норвалин ( $\alpha$ -аминомасляная кислота). Некоторые аминокислотные остатки, уже входя в состав белковой молекулы, модифицируются (присоединяют остаток фосфорной кислоты, серин превращается в фосфосерин в казеине молока и пепсине желудочного сока).

Или же набор белковых аминокислот отражает их большую вероятность возникновения в период происхождения жизни? Трудно однозначно ответить на этот вопрос, ведь мы не можем точно восстановить условия, существовавшие на Земле четыре миллиарда лет назад. Однако в многочисленных опытах, моделировавших самые различные пути становления органических веществ из неорганических (таких, как вода, аммиак, углекислый газ, метан, водород и др.), удалось синтезировать большой набор аминокислот — гораздо более разнообразный, чем тот, который составляют 20 «магических».

Перечислим «магические» аминокислоты и их сокращенные названия, которыми и будем пользоваться в дальнейшем: глицин(гли), аланин(ала), валин(вал), лейцин(лей), изолейцин(илей), глутаминовая кислота(глу), аспарагиновая(асп), глутамин(глен), аспарагин(асн), серин(сер), треонин(тре), лизин(лиз), аргинин(арг), гистидин(гис), фенилаланин(фен, или фал), тирозин(тир), триптофан(три), цистеин(цис), цистин, метионин(мет), пролин(про), оксипролин. Добавим, что оксипролин и цистин возникают уже в белке из пролина и цистеина, поэтому не входят в счет.

Вот из этих-то двадцати букв аминокислотного алфавита возникло чудовищное, не поддающееся учету разнообразие белковых молекул. Все могут белки: ускорять химические реакции и быть материалом для шерсти, волос и рога, переносить кислород, железо и медь, убивать бактерии, обезвреживать вирусы и яды, слагать оболочки клеток и распознавать другие клетки, сокращать мускулы и вызывать холодное свечение клеток. Одного они не могут — размножаться сами. Информация о том, в какой последовательности аминокислоты расположены в белках, закодирована в нуклеотидных последовательностях ДНК и РНК.

А почему все аминокислоты в белках «левые»? Так, по-видимому, удобнее для матричного синтеза. Некоторые организмы синтезируют довольно сложные пептидные цепочки специального назначения нематричным путем. Таковы, например, некоторые антибиотики типа грамицидина или же пептиды, слагающие оболочки бакте-



рий. В них жесткие запреты матричного синтеза снимаются: используются всякие аминокислоты, а не только «магические» и, кроме того, как в левой, так и в правой форме.

Достаточно одного взгляда на схему кольцевой молекулы грамицидина С, чтобы убедиться в невозможности ее синтеза на нуклеиновой матрице. Ведь в нее входят два остатка орнитина (орн) — аминокислоты, не числящейся в «магических», и правый фенилаланин (α-Фен).

Действительно, синтезируют грамицидин С два фермента — один соединяет в цепочки две пятичленные последовательности, а другой — сшивает их в кольцо. А вот уже сами эти ферменты синтезируются «настоящим», матричным путем.

А теперь переходим к важному вопросу: молекулы белков состоят из 20 аминокислот (точнее, аминокислотных остатков) в разных комбинациях. Молекулы нуклеиновых кислот собраны лишь из четырех сортов нуклеиновых оснований. Каким сочетанием нуклеотидов в ДНК кодируется каждая из аминокислот? Каковы принципы генетического кода?

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД

Каждый грамотный человек всю жизнь занимается перекодировкой информации. Наше письмо — код, в котором определенные символы — буквы — соответствуют определенным звукам. В этом смысле можно уподобить буквы сочетаниям нуклеотидов в ДНК, а звуки — аминокислотам в белке. Между буквой и звуком нет какого-либо соответствия, кроме исторического. В этом и есть принцип кодирования. Например, почему звук «А» мы обозначаем соответствующей буквой? Только потому, что древние греки позимствовали из алфавита финикийцев знак α (видоизмененный знак < — от семитского «алеф» — бык; это схематический рисунок головы быка). Если бы наши предки-славяне придумали алфавит сами, этот символ означал бы, наверное, не А, а Б (бык) или, может быть, Г (говядо) — от древнеславянского «бык», и ничего, понимали бы, зная этот свой код. Так же, как знаем свой код мы и как нуклеиновый код «знают» белоксинтезирующие системы живой клетки. Я подчеркиваю — именно клетки, потому что бесклеточные формы жизни — вирусы при построении своих белков используют белоксинтезирующие системы хозяев.

Так как «магических» аминокислот двадцать, а оснований в нуклеиновых кислотах всего четыре, ясно, что каждое звено белковой цепи кодируется несколькими нуклеотидными, а именно, тремя. Число сочетаний из четырех по три равняется 64. Стало быть, в коде ДНК 64 «буквы» (или триплета). Три из них соответствуют пробелам в типографском наборе. В средние века текст писали «сплошняком», без пробелов, что, наверное, затрудняло чтение. Если же сплошняком будет набран аминокислотный текст, смысла в подобном синтезе не будет. На бессмысленных, не соответствую-

щих никаким аминокислотам сочетаниях нуклеотидов, синтез обрывается — полипептидная цепочка готова.

Остальной 61 триплет (кодон) соответствует двадцати аминокислотам. Такой код, когда несколько букв читаются одинаково, называется вырожденным. Например, лейцин, серин и аргинин кодируются шестью триплетами, пролин, валин и глицин — четырьмя, изолейцин — тремя, аспарагиновая и глутаминовая кислоты — двумя, а для метионина имеется лишь один кодон. Он же, если стоит в начале гена, исполняет роль заглавной буквы.

Это похоже на ситуацию в дореволюционном русском алфавите — тогда существовало два символа для звука «ф» (ферт и фита) и целых три для «и» (и просто, и с точкой, ижица).

Первые исследователи полагали, что аминокислотные цепочки прямо собираются на нуклеотидных. Дело оказалось гораздо сложнее. Во-первых, нет никакого стерического соответствия между кодоном и той аминокислотой, которую он кодирует (пример стерического соответствия — замок и ключ к нему). То есть они не могут друг друга «узнать» без молекулы особой нуклеиновой кислоты, которую называли по-разному: РНК-посредник, адаптор, растворимая и, наконец, транспортная. На одном ее конце присоединена аминокислота, а на другом расположена последовательность, комплементарная кодону (антикодон). Для кодона фенилаланина (УУУ) антикодон будет, например, ААА.

Во-вторых, матрицей для белкового синтеза служит не непосредственно ДНК, а копируемый с нее «рабочий чертеж» — РНК, получившая название информационной или матричной (мРНК).

Итак, мы должны различать процессы: матрицирование самого гена, то есть синтез ДНК на ДНК, синтез мРНК на ДНК и, наконец, синтез белка на матрице мРНК. Первый процесс называется репликацией, второй — транскрипцией и третий — трансляцией.

Еще короче это выражается в так называемой «центральной догме» молекулярной биологии:

ДНК → РНК → белок

В предисловии я обещал строго придерживаться набора фактов, которого требует школьная программа. Однако некоторые положения в ней излагаются слишком сжато, а многие любопытные достижения последних лет просто не дошли до учебников. Теперь самое время на них остановиться.

Полярность гена. Длинные цепочечные молекулы биополимеров полярны. Иными словами, начало и конец цепи аминокислотных остатков и нуклеотидов отличаются друг от друга.

Нетрудно сообразить, почему полярны полипептиды, слагающие белки. Уже упоминалось, что аминокислоты имеют две функциональные группировки, сшивающие их в полипептид-аминную и карбоксильную. Значит, у первого звена аминокислотной последовательности остается свобод-

ной аминная группа ( $-\text{NH}_2$ ), а у последнего — карбоксильная ( $-\text{COOH}$ ). Так и говорят: N — конец и C — конец полипептида.

Полярны и нуклеиновые кислоты, но по другой причине. Остов как РНК, так и ДНК — пятичленные сахара-пентозы, сшитые остатками фосфорной кислоты (фосфодиэфирные связи). Чтобы различать атомы углерода в пятиугольнике пентозы, химики пронумеровали их, считая от того, к которому присоединено азотистое основание. Оказалось, что в природных нуклеиновых кислотах фосфодиэфирные связи образуются только между третьими и пятыми атомами углерода в пентозах (сокращенно — 3' и 5' — читается три-штрих и пять-штрих). Поэтому на одном конце любой нуклеиновой кислоты сахар присоединен к цепи 3'-атомом, а на другом — 5' (см. цв. вкладку).

А теперь зададим вопрос: в какую сторону «читается» ген — к 3' или 5'?

Установлено, что полипептидные цепи в клетках синтезируются от N-конца к C-концу. Значит, у матричной РНК начало там, где кодируется N-конец. Оно соответствует 5' — концу РНК. В двойной спирали ДНК разобраться труднее. Дело в том, что слагающие ее нуклеотидные цепочки направлены в разные стороны — как говорят, антипараллельны. Иными словами, одна цепь направлена в сторону 3'—5', а другая 5'—3'.

Смысловая цепь, в которой закодирована аминокислотная последовательность, «считывается» ферментом РНК-полимеразой с 3'-конца. Образующаяся при этом мРНК, естественно, оказывается точным аналогом комплементарной цепи и будет начинаться с 5'-конца — с того, с которого начинается трансляция, то есть белковый синтез.

Но ведь с гена снимается не только «рабочий чертеж» мРНК. Ген и реплицируется, передаваясь из поколения в поколение, от материнской клетки к дочерним. Осуществляет этот процесс — репликацию — фермент ДНК-полимераза. Считается, что молекула ДНК-полимеразы садится на ДНК и движется по ней. При этом удваивается и смысловая цепь и комплементарная ей. Значит, репликация смысловой цепи начинается с 3'-конца, как и транскрипция. Это аналогично тому, как если бы мы перепечатывали текст с конца, а читали его, как и водится, с начала.

Последние годы озаменовались сенсационными открытиями в изучении процессов репликации и трансляции. Природа подносила нам сюрприз каждый раз, когда начинало казаться, что уж теперь-то мы знаем об этих явлениях все. Вот некоторые из сенсаций, за молодостью не попавшие в учебники.

## СПРАВЕДЛИВА ЛИ ЦЕНТРАЛЬНАЯ ДОГМА?

Мы уже упоминали, что генетическая информация передается от ДНК через РНК на белок, но не в обратную сторону. Это положение называли центральной догмой молекулярной биологии.

РНК-содержащие вирусы ее не нарушают. Просто у них выпадает начальное звено этой цепи — ДНК. Генетическая информация передается из поколения в поколение закодированной в последовательностях РНК, с них же и «считывается» белок.

В принципе разница между ДНК и РНК не так уж и велика. Пентозо-фосфатный остов у РНК образует другой сахар — рибоза, который отличается от дезоксирибозы лишь наличием гидроксильной группы ( $-\text{OH}$ ). Набор оснований тот же, за тем исключением, что вместо тимина в РНК содержится урацил (тот же тимин, только неметилированный). Недаром в природе встречаются ДНК, в состав которых входят и дезоксирибозы и рибозы. Такова, например, ДНК вируса герпеса, от которого на губах «высыпает лихорадка».

Все это не нарушало стройную догму. Тем большее смятение вызвало открытие синтеза ДНК на матрице РНК. С. М. Гершензон писал еще в 1960 году о возможности подобного процесса, однако лишь сравнительно недавно был получен в значительных количествах фермент ревертаза (обратная транскриптаза), осуществляющий эту реакцию (этот фермент ныне стал обычным инструментом «генных инженеров»). Теперь мы можем дополнить «центральную догму»:



Еще лет пять назад все мы были твердо уверены, что матричная РНК синтезируется только на одной из двух цепей ДНК, получившей название смысловой. Вторая, комплементарная ей цепь нужна лишь для репликации ДНК и репарации — «починки» поврежденных участков. Если, например, жесткая радиация вырвет кусок из одной из цепей двойной спирали, специальные ферменты — репаразы заполняют брешь, пристроив на ее месте последовательность нуклеотидов, комплементарную оставшейся.

И тем не менее в последнее время появились данные, свидетельствующие о том, что в геноме дрожжей, например, синтез РНК может идти на обеих цепях ДНК. Это так называемый симметричный синтез. Любопытно, что он идет от одной точки в разные стороны — в каждой цепи от 3' к 5'-концу, так что обе образующиеся РНК начинаются с 5'-конца. Биологический смысл этого явления мы еще не знаем.

Перекрывается ли код? Первые гипотетические модели кода были перекрывающимися. Это значило то, что последовательность нуклеотидов могла кодировать разные аминокислотные остатки — в зависимости от начала считывания. Так, последовательность АТТГЦАТЦГ, если считывалась с А, то кодировала бы тир-вал-ала, если со второго нуклеотида (Т) — вал-ала-мет и т. д. Подобный код накладывал бы жесткие ограничения на последовательность аминокислот в белках, и все облегченно вздохнули, когда С. Бреннер доказал, что каждый триплет нуклеотидов в ДНК и РНК считывается только один раз (неперекрывающийся код).



И опять как гром с ясного неба. Оказалось, что у некоторых фагов гены все-таки перекрываются. У фага Gx174 имеется двойное перекрытие, а у фага G4 даже тройное, то есть с одной нуклеотидной цепи считываются три аминокислотных. Это предел экономичности сигнала! Как широко распространен этот феномен в мире вирусов? Встречается ли он у высших организмов? Не знаем.

Но самое интересное из новых открытий я приберег под конец статьи. До последних лет все согласно считали, что ген коллинеарен тому белку, точнее, той полипептидной цепи, которую он кодирует. Иными словами, каждой тройке нуклеотидов в ДНК, с которой считывается мРНК, соответствует один аминокислотный остаток в полипептиде.

И опять оказалось не так! В смысловой цепи ДНК, кодирующей белок, оказались довольно длинные вставки (интроны), никаких аминокислот не кодирующие. Они считываются при синтезе первичного транскрипта, а далее начинается непонятный процесс. Специальные ферменты вырезают из мРНК ненужные вставки и отбрасывают их, а остатки сшивают. Этот процесс называется сплайсингом (калька с английского). Я не знал этого слова, но понял значение сразу, вспомнив свою давнюю морскую практику: сплестивать трос — значит срывать его из кусков.

После того, как все ненужное из первичного транскрипта удалено, к 5' концу присоединяется «шапочка» (cap — англ.) — три фосфатных остатка подряд и метилированный нуклеотид. А у 3' конца вырастает длинный полиадениловый «хвост» — последовательность из многих остатков аденина. Для чего служат эти добавки, выяснили недавно. Белоксинтезирующие системы клетки — рибосомы «узнают Сеньку по шапке», то есть узнают 5' конец, с которого начинается трансляция, по начальным трем фосфатам. Последовательность же поли-А («хвост») придает матричной РНК стабильность, она не так быстро разрушается нуклеазами.

А вот для чего гену интроны? На этот счет было высказано немало соображений. Самое фантастичное из них утверждает, что интроны нужны для эволюции. Но ни в одном организме нет ни одной структуры, специально предназначенной для эволюции. Все структуры предназначены только для выживания. Если мы признаем за интронами роль своеобразных органов эволюции, мы наделим природу способностью к прогнозированию, а фактически вернемся к учению Аристотеля о будущей причине. Впору подивиться живучести теологических бредней, уже третью тысячу лет воскресающих под разными именами.

А то, что интроны для чего-то нужны не в будущем, а сейчас, ясно из следующего примера. Всем хорошо известный белок инсулин — один из самых маленьких: в нем всего 50 аминокислот. Значит, его ген состоит из 150 нуклеотидов. У крысы два гена инсулина, обозначаемых как А и

В. Оказалось, что в гене А есть один интрон — нечитаемая вставка в 119 нуклеотидов, а в гене В к нему прибавляется другой — в 444 нуклеотида. Из 713 нуклеотидов в процесс трансляции вовлекается только 150 — комментарии излишни: ненужная в настоящее время вставка не может занимать большую часть гена.

Не найдем ли мы какой-либо аналогии в человеческих языках? Действительно, во многих языках орфография сильно отличается от произношения. Вот примеры, заимствованные мною у Л. В. Успенского: 1) английское «дочь» пишется daughter, читается — «дотэ»; 2) ирландское «дочь» — пишется kathudhadh, читается «кахю», 3) французское «вода» — пишется l'eau, читается «л'о».

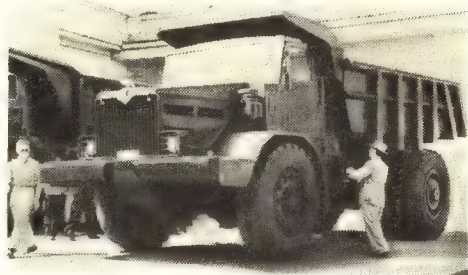
«Лишние», непронизносимые буквы в словах — аналоги интронов в генах. Это объясняется обычно тем, что орфография отстает от произношения и люди пишут так, как говорили несколько веков назад, а то и десятилетий. Консервативность орфографии не случайна. Она достигает предела в тех языках, где много омонимов — слов с разными значениями, но произносимых одинаково. Во французском языке таких слов очень много, он как бы создан для каламбуров. Но то, что оживляет устную речь, может создать помехи при чтении письменного текста.

А теперь вернемся к нашим интронам. Регуляторные механизмы белкового синтеза, в разгадке которых мы только сейчас приступаем, должны как-то «угадывать», «узнавать» нужные гены, чтобы транскрибировать нужную мРНК и затем транслировать нужный белок. Немного пользы организму, если ген гемоглобина будет задействован в нервной клетке, а ген пепсина (пищеварительного фермента) — в мышцах. Генетическая программа не признает омонимов, каламбуры здесь строжайше противопоказаны. Язык генома жестко однозначен, как машинные языки ФОРТРАН или АЛГОЛ, в нем нет места недосказанности, размытости значения, метафоричности, короче, тех особенностей человеческих языков, без которых была бы невозможной изящная словесность. Хромосома ведет себя, как та электронно-вычислительная машина, которая библейское изречение «Плоть немощна, но дух бодр» перевела с английского (The spirit is sound, but the flesh is weak) на русский как «Водка крепкая, но мясо размякло».

Поэтому в гене должна содержаться не только информация об аминокислотных последовательностях. Там должны быть участки и для узнавания регуляторными элементами клетки, то есть теми молекулами белков или нуклеиновых кислот, которые «включают» синтез РНК на нужном гене. Ясно также, что из окончательной нуклеотидной последовательности мРНК они, как сделавшие свое дело, должны быть удалены. Такими участками и могут оказаться интроны. Это только гипотеза, но на сегодняшний день она наиболее вероятна.

(Продолжение следует.)

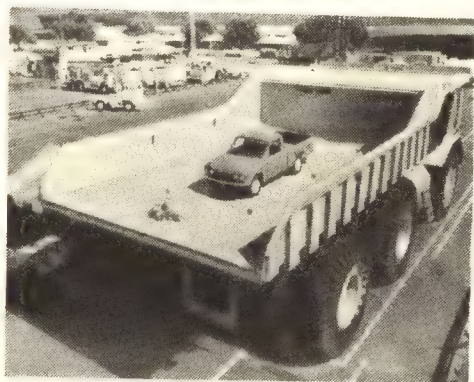




**МАЗ-525 (СССР)**, выпуск которого начался в 1951 году, был не только первым советским карьерным самосвалом, но и первой советской моделью с планетарными колесными редукторами, 12-цилиндровым двигателем, гидравлическим усилителем рулевого управления. У машины — гидравлическая муфта между двигателем и коробкой передач; отсутствует упругая подвеска задних колес. Грузоподъемность — 25 т. Мощность двигателя — 300 л. с. Длина машины — 8,35 м. Ширина — 3,22 м. Скорость — 30 км/ч.



**БелАЗ-549 (СССР)**. У него пневмогидравлическая подвеска всех колес, электротрансмиссия с электродвигателями, встроенными в ступицы ведущих колес. Грузоподъемность — 80 т. Мощность двигателя — 1050 л. с. Длина машины — 10,26 м. Ширина — 5,36 м. Скорость — 60 км/ч.



**«Терекс-Титан» (США)** — карьерный самосвал, масса которого (без нагрузки) 231 т. При полностью поднятом кузове высшая точка защитного козырька находится на расстоянии 17 м от грунта. У машины две задние оси ведущие. Грузоподъемность — 318 т. Мощность двигателя — 3000 л. с. Длина машины — 20,4 м. Ширина — 7,8 м. Скорость — 50 км/ч.

## КАРЬЕРНЫЕ

Машины эти относятся к специализированным автомобилям, конструкция которых подчинена главной задаче: наиболее экономичной доставке таких грузов, как руда, уголь, скальная порода, грунт. Они работают главным образом в карьерах, где идет добыча полезных ископаемых открытым способом. Нередко нижняя часть карьера лежит на глубине 100—150 м, и, следовательно, чтобы подняться из него, автомобилю нужно при каждой поездке с грузом преодолевать затяжной подъем, а на ровном участке идти с большой скоростью. Поэтому для обеспечения высокой производительности карьерные самосвалы должны иметь значительный запас мощности: от 7 до 10 л. с. на тонну полной массы. На подавляющем большинстве моделей применяются дизели; лишь на экспериментальных образцах (БелАЗ, «Юнит Риг») можно встретить газовые турбины.

Карьерные самосвалы используются также при сооружении крупных гидроэлектростанций и на других стройках, где велик объем земляных работ.

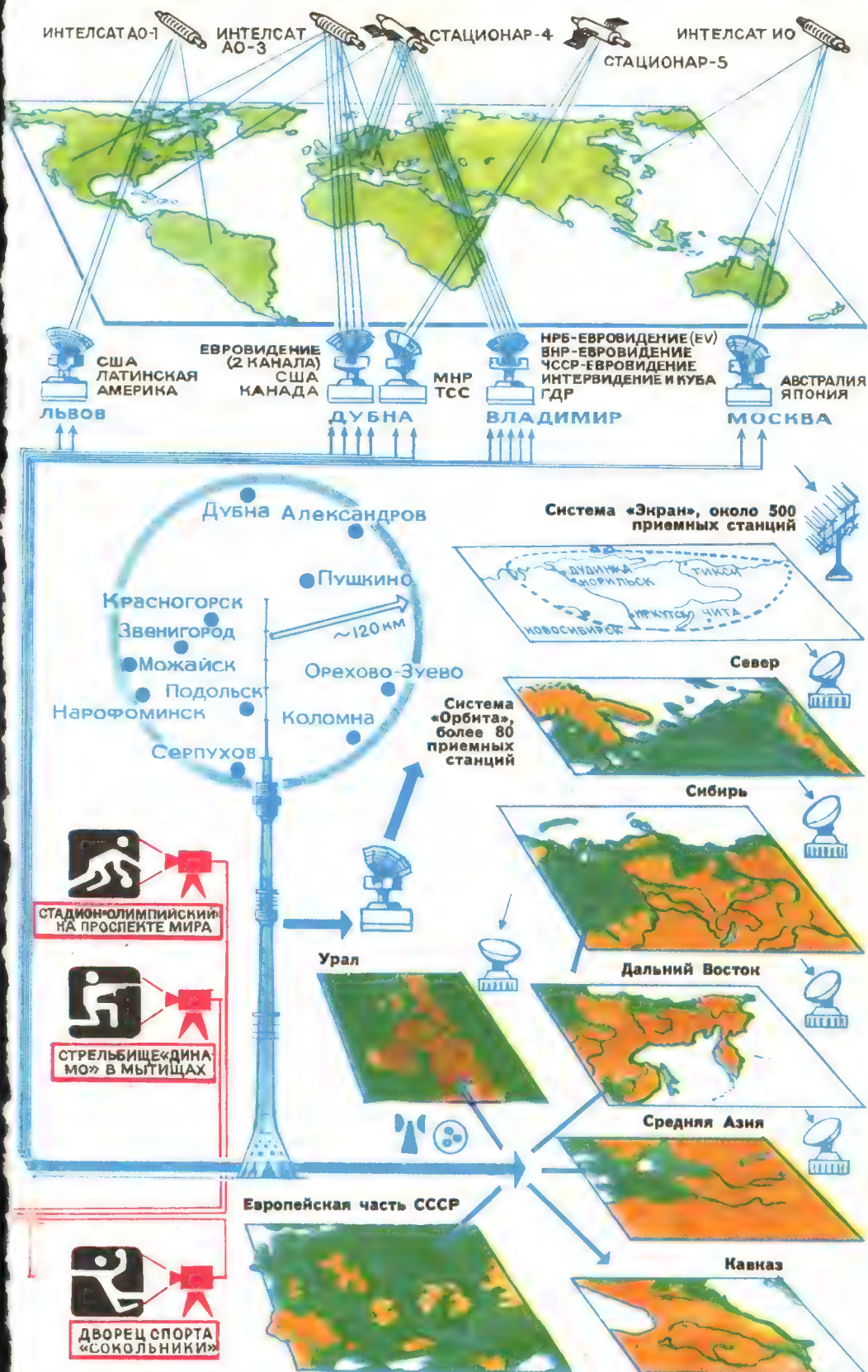
Во всех случаях карьерные самосвалы работают либо на каменных, щебеночных дорогах, либо на специальных дорогах, выложенных бетонными плитами. Поэтому осевая нагрузка, оказываемая на полотно груженым автомобилем, не лимитируется, а предельный его габарит по ширине может быть больше общепринятого (2,5 м).

Движение по таким дорогам с высокой средней скоростью требует совершенной подвески, которая к тому же должна обеспечивать плавность хода как порожней, так и груженой машины, когда масса ее увеличивается более чем в 2 раза. В таких условиях оптимальна гидропневматическая подвеска колес, которая изменяет свою жесткость пропорционально нагрузке.

Грузоподъемность карьерных самосвалов колеблется от 18 до 200 т. Созданы отдельные опытные машины, которые могут перевозить 318 т руды. Чем больший объем (или массу) груза может доставить машина за одну поездку, тем, естественно, производительнее будет ее работа. Но, решая вопрос грузоподъемности самосвала, приходится учитывать возможности экскаваторов, погрузчиков, транспортеров и других технических средств, которые будут работать «в паре» с ним. Вот почему заводы делают карьерные самосвалы не наивысшей грузоподъемности, а предусматривают широкий диапазон моделей, которые смогут наиболее эффективно использоваться в сочетании с различными погрузочными устройствами.

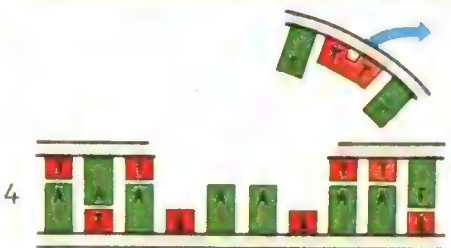
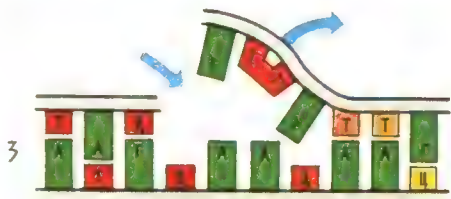
Лет двадцать пять назад среди самосвалов большой грузоподъемности довольно часто встречались трехосные модели (американские «Дарт», «Юклид», французские «Берлие», западногерманские «Кельбле», советские МАЗ-530). Сейчас трехосные карьерные самосвалы выпускаются редко — в основном из-за того, что они довольно







$$E = h\nu$$



Генетические программы, заложенные в каждом из нас, чрезвычайно помехоустойчивы. Стабильность их определяется целым рядом особенностей структуры и специальными системами, которые корректируют «опечатки» на каждом новом поколении клеток.

Первый из механизмов борьбы с помехами самый простой, но не самый эффективный — повторение, дупликация. Вспомним, что у каждого из нас в клетках по два генных набора — от отца и от матери. Если в одном из них произошла мутация по важному гену, мы можем этого и не заметить: ген второго набора компенсирует мутацию, и она в организме не проявится.

На заре времен, в эпоху становления генетического кода, триплеты ДНК кодировали аминокислоты, по всей вероятности, не столь жестко, как сейчас. В результате возник весьма помехоустойчивый механизм кодирования аминокислот тройками нуклеотидов, особенности которого описаны советским биофизиком членом-корреспондентом АН СССР М. В. Волькенштейном. В популярной статье нагляднее всего сравнить принципы построения генетического кода с пишущей машинкой Остапа Бендера, у нее не было буквы «е», и ее пришлось заменять буквой «э», то есть подобрать букву, наиболее близкую по звучанию, чтобы не искажать смысл слова.

Нечто подобное происходит при мутациях структурных генов.



# АКСИОМЫ БИОЛОГИИ

## АКСИОМА ТРЕТЬЯ

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

### ОПЕЧАТКИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Редкая книга обходится без опечаток. В издательских кругах бытует характерный исторический анекдот. В 1888 году известному издателю А. С. Суворину удалось добиться у царской цензуры разрешения на издание радищевского «Путешествия из Петербурга в Москву» тиражом... в 100 экземпляров. Издательская культура была у Суворина на большой высоте, а в этом исключительном случае он даже заключил пари, что издает книгу без единой опечатки. Книга вышла, и на обложке стояло: «сочинение А. И. Радищева» (напомню, что великого демократа звали Александром Николаевичем).

Для чего я рассказал эту историю? Мы уже убедились, что в основе жизни лежит матричное копирование, в принципе анало-

гичное тому же книгопечатанию. Ясно, что в каналах передачи информации от ДНК к признакам организма и от ДНК родителей к ДНК потомков должен существовать какой-то шум — те же опечатки, только на молекулярном уровне. Каналов без шума вообще не бывает — иное дело, что шум может быть пренебрежимо малым.

Рассмотрим сначала шумы в канале ДНК—ДНК, приводящие к изменению генетических программ.

Генетическая программа у высших организмов — многотомное издание. Если генетическая программа бактерии закодирована в одной молекуле ДНК, одной двойной спирали, то в ядре высших организмов их может быть несколько — от двух до нескольких тысяч. Такие тома называют хромосомами. Считается, что каждая хромосома содержит одну молекулу ДНК, по крайней мере у животных. Однако есть веские доводы в пользу того, что у многих высших растений в хромосоме может быть несколько десятков, а то и сотня идентичных копий. ДНК в хромосомах чрезвычайно хитроумно уложена в комплексе со специальными ядерными белками — гистонами. Иначе нельзя упаковать в микронные объемы молекулу ДНК длиной во много десятков сантиметров.

Наблюдая за поведением и формой хромосом во время деления клеток, исследователи обнаружили много форм изменения наследственных программ.

Из школьного курса известно, что при образовании половых клеток хромосомы не делятся, а расходятся в дочерние клетки, именно поэтому половые клетки — гаметы — имеют половинный (гаплоидный) набор хромосом. У человека, например, в нормальных клетках 46 хромосом, а в яйцеклетках и спермиях — 23. Однако когда гаметы сливаются, нормальный диплоидный набор восстанавливается.

Но так бывает не всегда. Порой механизм, растягивающий хромосомы по дочерним клеткам, не срабатывает. Одна гамета получается совсем без ДНК, а другая с двойным ее набором. Так возникают полиплоидные клетки и организмы, особенно часто это случается у растений. Иногда же в одну клетку попадает лишняя хромосома, а в другой обнаруживается нехватка. Такие явления называются анеуплоидией.

Начало см. «Наука и жизнь» №№ 2—5, 1980.

И, наконец, механизм активной защиты генетических программ, изображенный на цветной вкладке. Генетические программы всех организмов, начиная с бактерий, способны исправлять мутации (процесс этот называется репарацией). Например, ультрафиолетовые лучи часто вызывают сшивку двух соседних пиримидиновых оснований в ДНК. «Сшитый» участок блокирует репликацию ДНК и синтез мРНК. И тогда на помощь приходят ферменты-репаразы. Репарирующий фермент — эндонуклеаза «выстригает» поврежденный участок. Брешь в двойной спирали застраивается другим ферментом, ДНК-полимеразой, по оставшейся комплементарной нити-матрице. Достроенный участок «пришивается» к старой последовательности ферментом-лигазой. Любопытно, что этот процесс активируется светом, но более длинноволновым (300—600 нанометров). Так что с точки зрения охраны ДНК полезнее греться у камина, чем загорать на пляже. Так же «ремонтируются» участки ДНК, к которым присоединились молекулы мутагенов, разрывы, ошибочно спаренные нити. В норме остаются лишь доли процента вновь возникающих мутаций, но и этого достаточно, чтобы обеспечить эволюцию.

На фото — примеры мутаций. Мутация у дрожжей, вызвавшая желтую окраску тела; внизу — два вида мутаций у крыс: альбинос (справа) и безволосая мутация со складками кожи (слева).

При всех этих перестройках генетическая информация, заключенная в хромосомах, не изменяется. Меняется только ее количество. Полиплоидные клетки, например, могут иметь тройной, четверной и т. д. (до тысячи и более раз!) набор генов.

Анеуплоидный геном — это многогеновое, но разрозненное издание. В одной клетке не хватает «тома» инструкций (обычно такие случаи у высших организмов летальны), в другой — два одинаковых. Но и в этом втором случае организмы с лишней хромосомой (трисомии) часто гибнут на ранних стадиях развития, а если и развиваются, то с серьезными дефектами.

Иногда перестройка может привести к тому, что хромосома распадается на части. Судьба этих частей различна — они могут потеряться (делеция), снова воссоединиться в составе прежней хромосомы (иногда в перевернутом виде — инверсия) или же присоединиться к другой (транслокация).

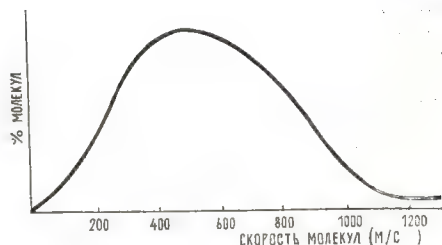
Все эти перестройки хромосом для организма, как правило, безразличны и начинаются с разрыва нуклеотидной цепи ДНК — знаменитой двойной спирали. Отсюда вопрос: насколько прочны фосфодиэфирные связи, скрепляющие полимерную ДНК, и насколько устойчивы пуриновые и пиримидиновые основания в ДНК к внешним воздействиям?

Это установлено с достаточной точностью: чтобы вызвать единичную мутацию — наследственное изменение генетической программы, — требуется подвести каким-то способом к ДНК энергию в 2,5—3 электрон-вольта (эв). Электрон-вольт — единица энергии — такую энергию приобретает электрон, ускоряемый напряжением в 1 вольт.

Много это или мало? Ведь ДНК в клетке находится в окружении молекул, движущихся с весьма высокой скоростью. Оказывается, что средняя энергия теплового движения молекул при тех температурах, когда жизнь возможна, составляет примерно  $1/40$  эв. Иными словами, при физиологических температурах ДНК оказывается достаточно стабильной. Но проблема эта сложнее, чем кажется на первый взгляд.

Не следует забывать, что скорости молекул при хаотическом тепловом движении неодинаковы. В 1827 году шотландский ботаник Р. Броун, разглядывая в микроскоп каплю воды с пылью растений, обнаружил, что взвешенные в жидкости пылевые зерна микровного размера не остаются на месте, а хаотически движутся, как бы непрерывно подталкиваемые беспорядочными ударами чего-то невидимого. И действительно, частица со всех сторон подвергается ударам молекул. Если она имеет достаточно большие размеры, то удары со всех сторон оказываются скомпенсированными — частица остается на месте. Но если размеры ее, допустим,  $10^{-5}$  см, то весьма вероятно, что с какой-либо стороны суммарный импульс будет больше, и частица сдвинется в непредсказуемую сторону.

Иначе и быть не может — ведь скорости молекул разные и флуктуации в их распределении неизбежны. Именно от этих флук-



Вот так распределяются молекулы воздуха по скоростям при 15°C. Отсюда нетрудно оценить их энергию. Пусть вас не пугают огромные скорости. Только 0,7% из этих молекул имеют энергию больше 0,1 эв и миллионные доли процента — больше 0,4 эв. А энергетический барьер мутации в 5 раз больше.

туаций зависит голубой цвет ясного неба — здесь сильнее рассеиваются синие лучи. Будь скорости всех молекул одинаковыми, солнечный свет не рассеивался бы и солнце светило бы в черном небе, как в космическом пространстве.

Отсюда однозначно следует, что в любом достаточно большом скоплении молекул неизбежно найдутся такие, которые могут нарушить структуру гена и вызвать мутацию. Ясно, что такие изменения генетических программ должны обладать следующими свойствами:

1. Они случайны (вероятность каждого единичного изменения не равна единице). Более стабильные части гена мутируют с меньшей частотой, более лабильные — с большей, но мы можем говорить лишь о большей или меньшей вероятности мутаций.

2. Они непредсказуемы: ведь для предсказания какой-либо мутации мы должны знать координаты и импульсы всех молекул в данной клетке.

3. Они ненаправленны в том смысле, что изменяют генетическую программу без учета содержания сохраняющейся в ней информации. Поэтому они только случайно могут оказаться приспособительными.

Не одна температура изменяет содержание генетических программ. Пожалуй, здесь большее значение имеют кванты жесткого излучения, начиная с ультрафиолета, быстро движущиеся элементарные частицы, затем молекулы веществ, способные реагировать с ДНК, — химические мутагены.

Наконец, есть так называемые спонтанные мутации, то есть не вызванные внешним по отношению к ДНК агентом. Водородные связи, скрепляющие двойную спираль ДНК, обусловлены ионами водорода — протонами. Если при раскручивании спирали ДНК — а она обязательно раскручивается при своем удвоении, — оба протона перейдут к одному из оснований, появится возможность других комбинаций, кроме традиционных А—Т и Г—Ц. А неверное спаривание оснований — мутация. (Переход протона от одного основания к другому называется туннельным, описывается урав-



нениями квантовой механики. Все, что мы можем сказать о нем, лишь то, что он осуществляется с частотой  $10^{11}$  —  $10^{12}$  в секунду. Время и место каждой единичной спонтанной мутации непредсказуемо принципиально.)

А что же вещества, изменяющие структуру гена, — мутагены? Впервые в 1932—1934 годах советские ученые В. В. Сахаров и М. Е. Лобашов независимо друг от друга получили мутации у дрозофилы, действуя на мушек йодом и рядом других веществ. С того времени список мутагенов возрос тысячекратно — теперь каждое химическое соединение, которое предполагается внедрять в практику (лекарство, красители, пластмассы и т. д.), испытывается на мутагенный эффект. Открыты так называемые супермутагены, вызывающие мутации у 100% обработанных ими особей.

Может показаться, что химические мутагены обязаны своим появлением деятельности человека в природе — во всяком случае, до появления химической промышленности они не имели особого значения. Однако это не так. Даже простой ион водорода может вызвать мутации.

Активная реакция среды измеряется, как известно, в единицах  $pH$ . Это взятый с обратным знаком логарифм концентрации водородных ионов. Например, когда реакция нейтральная,  $pH = 7$  и концентрация ионов водорода  $10^{-7}$  моля, ДНК довольно устойчива к подкислению или защелачиванию, однако при  $pH$  ниже четырех начинается отщепление пуриновых оснований — гуанина и аденина.

Содержимое живой клетки — довольно сильная буферная система, поддерживающая  $pH$  в пределах семи (это не относится к специализированным органам вроде желудка, где высока концентрация соляной кислоты, или же слюнных желез некоторых улиток, которые могут плеваться концентрированной серной кислотой). Но вспомним о размерах клеток и обязательных флуктуациях молекул. Объем бактериальной клетки всего  $2.10^{-12}$  см<sup>3</sup>, значит, при  $pH = 7$  в ней примерно лишь 120 водородных ионов. А это означает, что очень вероятно флуктуация — ионы водорода соберутся около, например, гуанина и отщепят его от ДНК. Произойдет мутация, и опять же случайным, непредсказуемым образом.

На этом можно было бы и закончить обзор изменений генетических программ. Но хотелось бы рассказать о недавно открытых хромосомных перестройках, удивительных и ранее казавшихся невозможными.

Сначала в геномах бактерий, а потом и в геномах высших организмов обнаружили удивительные «кусочки» ДНК, которые могут перемещаться с места на место в хромосоме. Их образно называли «прыгающими» генами. Различают две категории таких последовательностей. Есть короткие (500—1500 пар нуклеотидов) и длинные (более двух тысяч). Они могут вычлениваться из единственной хромосомы бактерии (этот процесс называется эксцизией — выстриганием) и встраиваться в нее в другом месте (инсерция). И не только в хромосому, «пры-

гающие» гены могут включаться в плазмиды — последовательности ДНК, существующие в бактериальной клетке независимо от основной ДНК. Так же легко «прыгающие» гены могут встраиваться в геномы бактериофагов (существует вполне убедительная теория о том, что плазмиды — «домашние», «прирученные» бактерией фаги).

Короткие «прыгающие» гены обладают многими удивительными свойствами. Почему-то оба конца их состоят из одинаковых последовательностей. Иногда же концевые участки перевернуты — на одном конце, например, АТГАГ, на другом — ГАГТА. Встраиваясь в ген, они часто блокируют процесс транскрипции — ген теряет активность. И наоборот, встраиваясь в перевернутом виде, они могут тот же ген активировать. Иными словами, они включают и выключают гены.

Еще более удивительны длинные «прыгающие» последовательности — транспозоны. Именно они, встраиваясь в фаги, переносят от бактерий к бактериям гены устойчивости к антибиотикам. Так что фаги не только могут убивать бактерии или быть их «приживальщиками», но они же переносят в мире микроорганизмов генетическую информацию — так, насекомые не только вредят растениям, но и опыляют их.

«Прыгающие» гены описаны и у высших, ядерных организмов. У дрожжевых грибов они, например, в зависимости от положения в хромосоме, определяют пол клетки. Обнаружили их также у кукурузы и дрозофилы.

Генетики давно занимали случаи, когда гены в популяциях плодовой мушки — дрозофилы вдруг теряли стабильность — частота мутаций возрастала во много раз. Оказалось, что нестабильность того или иного гена обуславливается встроенным в него «прыгающим» геном. В некоторых случаях удалось проследить, как в течение нескольких лет он кочует от одного участка хромосомы к другому и от одной хромосомы к другой, каждый раз вызывая новую мутацию. Шведские ученые Г. Исинг и К. Рамель проследили до сорока прыжков одной такой инсерции. Результатом было или полное выключение гена, приводящее к смерти (летальная мутация), или же мутации «розовые глаза», «голубые глаза» и целый ряд других.

Такие феномены наблюдались не только в экспериментальных, рассаживаемых по пробиркам популяциях дрозофилы, но и в природе. Известны так называемые «модные» мутации. Название несколько неожиданное, но удачное. Например, в тридцатых годах частота мутаций, вызывающих у дрозофил желтую окраску тела и белую окраску глаз, возросла в сотни раз, и эта «мода» длилась до сороковых годов. В 1968 году у дрозофил возникла «мода» на мутацию *abnormal abdomen* (брюшной отдел уродливой формы), которая продолжалась пять лет и была вытеснена мутацией «опаленные щетинки».

По-видимому, причина модных мутаций — вирусы. Известно, что вирусы могут встраиваться в хромосомы не только бакте-

рий, но и ядерных организмов (это доказано для аденовирусов, вируса герпеса и опухолеродных, перерождающих нормальную клетку в злокачественную). Встраивание вируса в геном вызывает мутацию того гена, в который он внедрился.

Примечательно, что есть явное сходство между интронами, о которых говорилось в прошлой статье, и инсерционными сегментами. Те и другие могут разделять смысловую часть гена, не находя отражения в аминокислотной последовательности кодируемого геном белка и, по-видимому, могут «включать и выключать» гены.

### ТРЕТЬЯ АКСИОМА И ЕЕ ПРОТИВНИКИ

**И** так, что мы знаем о наследственных изменениях генетических программ? Прежде всего эти изменения случайны и ненаправленны. Их можно сравнить с шумом в канале информации. Если мутация полностью исказит смысл передаваемой по цепи поколений инструкции, она станет смертельной (летальной). Это бывает, когда в результате мутации блокируется синтез жизненно важного фермента. И, наоборот, часты случаи, когда мутация не сказывается на признаках фенотипа. Вспомним, что генетический код вырожден, и одна и та же аминокислота кодируется несколькими кодонами. Если в результате мутации один участок ДНК заменится другим, но синонимным, в полипептидную цепь включится та же аминокислота и изменения фенотипа не происходит.

Между этими двумя полюсами лежит огромная область мутаций, так или иначе изменяющих фенотип. В каких-то конкретных условиях они могут оказаться полезными, носители их с большей вероятностью оставят потомство и передадут их потомству.

Это и есть дарвиновская неопределенная изменчивость — исходный материал для эволюции.

Аксиому биологии № 3 можно сформулировать так:

В процессе передачи из поколения в поколение генетические программы в результате многих причин изменяются случайно и ненаправленно, и лишь случайно эти изменения оказываются приспособительными.

Так как и перераспределение энергий в совокупности молекул и взаимодействие молекул в химических реакциях в конце концов можно свести к квантовомеханическим процессам, то и получается, что аксиома № 3 — следствие квантовой механики.

И хотя квантовая механика многократно показала свою непротиворечивость Природе, в биологии до сих пор находятся авторы, не признающие ненаправленной, случайной изменчивости по Дарвину. В конечном счете они склоняются к точке зрения, высказанной за полвека до Дарвина в 1809 году великим французским натуралистом Ламарком. Согласно Ламарку, организмы в процессе эволюции изменяются, но изменения эти массовые, направленные и приспособительные. Со времен Ламарка

их называли по-разному — наследованием благоприятных свойств, ассимиляцией условий внешней среды и т. д. и т. д.

В нашей литературе наиболее основательно эту точку зрения отстаивал крупный ихтиолог и географ А. С. Берг. Он, правда, называл свои воззрения не ламаркизмом, а номогенезом (эволюцией на основе закономерностей, то есть закономерных, а не случайных изменений). По Бергу, наследственные изменения захватывают массы особей, идут направленно и должны быть изначально целесообразными, приспособительными.

Современные номогенетики обходят последний тезис Берга, предпочитая говорить лишь о направленности наследственных изменений, а не о целесообразности их. Но направленные мутации должны быть приспособительными: ведь все организмы на Земле к каким-то условиям приспособлены.

Мне доводилось слышать выступление физика, который выдвигал такую идею. Мутации сами по себе, они вредны или нейтральны и обеспечить эволюцию материалом не могут. Движущая сила эволюции — приспособительные изменения, которые происходят крайне редко (например, раз в тысячу лет). Из-за их редкости мы их обнаружить не можем, поэтому все опыты, опровергающие приспособительное изменение генетических программ, оказываются бездоказательными.

*Quod licet Jovi, non licet bovi* («что дозволено Юпитеру, то не дозволено быку»). Философ, размышляя о гипотетических мирах, может строить подобные концепции. Но физик должен был бы понять, что номогенез, или ламаркизм, — называйте, как хотите, — основан на нарушении принципа причинности. Следствие (приспособленность) в нем определяет причину (изменение генетической программы). И опять мы возвращаемся к Аристотелю с его конечной причиной и целью одновременно. Такие взгляды на эволюцию называются телеологическими.

Совершенно непостижимо, что в наши дни находятся вполне серьезные ученые, не понимающие того, что было предельно ясно еще в прошлом веке Герцену. Вспомните его «Былое и думы»:

«Естествоиспытатели, хвастающие своим материализмом, толкуют о каких-то вперед задуманных планах природы, о ее целях и ловком избрании средств... Это — фатализм в третьей степени, в кубе; на первой кипит кровь Января, на второй — орошаются поля дождем по молитве, на третьей — открываются тайные замыслы химического процесса, хвалятся экономические способности жизненной силы, заготавливающей желтки для зародышей, и т. п.»

Сказано как будто про современных номогенетиков. Подробнее я писал об этом в серии статей «Дарвинизм XX века» («Наука и жизнь» №№ 3, 6, 8, 1973). Поэтому приведу лишь несколько примеров того, как направленная приспособительная изменчивость вступает в противоречие с принципом причинности.

Американские исследователи Джошуа и Эстер Ледерберги исследовали процесс



приспособления бактерий к антибиотикам. Этот феномен — проклятие современной медицины. Прославленные пенициллин, стрептомицин, тетрациклин, олеандомицин быстро теряют свою эффективность. Что же происходит?

Вспомните о переносах генов плазмидами и бактериофагами! Ген, определяющий, например, устойчивость данной бактерии к стрептомицину, легко может быть передан другим бактериям, даже другого вида. В последнее время, например, возникла серьезная проблема с гнойными золотистыми стафилококками, — современный врач с набором антибиотиков оказался в положении хирурга прошлого века, бессильного перед послеоперационными осложнениями. Выход в одном — все время обновлять арсенал антибиотиков, по возможности обогащая бактерий.

Но вернемся к Ледербергам. Они взяли несколько сот чашек Петри с питательным агаром и посеяли на них культуру бактерий, чувствительных к антибиотику. На поверхности питательного студня бактерии начинали расти, делиться, и через некоторое время агар уже покрывали колонии — скопления бактерий, выросших из одной клетки-родоначальницы (для исследований нужны были сотни и тысячи колоний, это увеличивало шансы обнаружить редко наблюдаемый эффект).

Затем Ледерберги запаслись несколькими сотнями штампов — кружков, равных по диаметру чашке Петри и обтянутых бархатом. Тщательно стерилизованный в автоклаве штамп (чтобы не занести в культуру чего-нибудь лишнего) исследователи прикладывали к поверхности агара; из каждой колонии часть бактерий прилипала к ворсинкам бархата. А после этого штамп прикладывался к поверхности агара в другой чашке, содержащего антибиотик, причем в концентрации, смертельной для данных бактерий.

Отштампованные на поверхности такого агара колонии бактерий перестали развиваться и погибли. Но была замечена любопытная закономерность: если колоний достаточно много, среди них обязательно найдется хотя бы одна, которая приживется на ядовитом агаре и будет разрастаться как ни в чем не бывало.

Казалось бы ясно — произошло направленное целесообразное изменение, как бы сказал об этом факте Ламарк. Правда, неясно, почему приспособилась лишь одна колония из многих, но это уже деталь.

Однако, поскольку колонии переносили на агар с антибиотиком штампами, строго сохраняя прежнее положение, всегда было можно найти материнскую колонию и убедиться, что она также состоит из бактерий, устойчивых к антибиотику! Приспособление возникло до того, как на популяцию подействовал антибиотик. Налицо явное нарушение принципа причинности. Следствие предшествует причине. Но если мы примем, что подобные изменения генетических программ возникают в результате чисто случайных процессов и в некоторых слу-

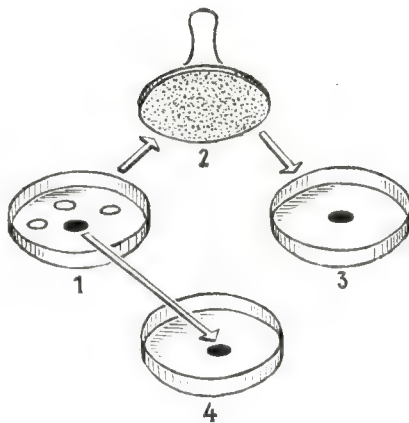


Схема опыта Ледербергов. В чашке Петри на твердой питательной среде выращиваются колонии бактерий (1). Стерильным бархатным штампом (2) их отпечатки с сохранением расположения переносятся в чашку 3, где в среду добавлен антибиотик в смертельной для бактерий концентрации. Если хотя бы одна колония окажется к нему устойчивой, нетрудно убедиться, что исходная колония также устойчива, хотя и не встречалась еще с антибиотиком (4).

Карта расселения «суперкрыс» в Британии (по данным 1970 года). Эта карта устарела: в 1974 году суперкрысы расселились по всей территории Англии и Шотландии.



чаях оказываются полезными, никакого нарушения не будет. И это уже не ламаркизм и номогенез, а отбор случайных мутаций по Дарвину.

Второй пример касается организмов. Когда в практику борьбы с крысами вошли антикоагулянты, то крысоловам показалось, что наступает золотой век. У крыс, поевших приманки с этими веществами, кровь переставала свертываться, и животные погибали от малейшей царапины, например, из-за песчинки, задевшей стенку кишечника. И вдруг везде, где применяли коагулянты, появились популяции крыс, которые на этой отраве благоденствовали. Их называли суперкрысами.

Приспособление по Ламарку или отбор мутаций по Дарвину? Генетики быстро установили, что ген, дающий носителю устойчивость к антикоагулянтам, имелся в популяциях крыс задолго до внедрения этих веществ; он встречается и там, где подобных препаратов никогда не применяли. Правда, таких крыс немного, поскольку у них повышена способность крови свертываться, и они часто гибнут от тромбов, закупорки кровеносных сосудов. Применение антикоагулянтов произвело среди крыс полную переоценку ценностей — прародителями «суперкрыс» стали немногочисленные особи — носители этого прежде невыгодного гена.

Из этого примера, кстати, становится ясным, что широко распространенное мнение о вредности мутаций — ненаправленных изменений генетических программ — попросту неверно. Нет мутаций во всех условиях вредных, как нет и безусловно полезных. Все попытки расклассифицировать мутации без учета данных конкретных условий обречены на провал.

Вот еще примеры с нарушением принципа причинности. На севере пресмыкающиеся, в частности, змеи, редки. У нас Полярный круг переходит лишь обыкновенная гадюка, и только благодаря тому, что развитие яиц у этих гадюк начинается еще в яйцеводах, так что они производят на свет уже вполне сформированных змеенышей. А вот африканские примитивные гадюки откладывают яйца. Самая крупная наша гадюка — гюрза — также живородящая, но в южных районах Средней Азии она откладывает яйца.

Налицо явное приспособление, повышающее скорость развития яиц в местах прохладного климата с резкими суточными изменениями температуры. Беременная гадюка большую часть дня проводит в защищенном от ветра месте на припек, отчего температура ее тела поднимается до 28°, а ночью скрывается в какой-нибудь расщелине или под корнями деревьев. Фактически она превращается в инкубатор. Несомненно, для молодых, будущих гадючат этот признак полезен. А вот полезен ли он самой гадюке? Позвоительно усомниться — ведь она лежит на открытом месте, так что ее может схватить любой канюк или аист. Да и обмен у «разогретой» змеи идет куда быстрее, так что требуется больше пищи. Энергетически это невыгодно.

Как и все признаки, повышающие вероятность выживания у потомства, но бесполезные и даже вредные для родителей, это свойство гадюки необъяснимо с точки зрения прямого приспособления. Разве что неродившиеся змееныши передают по какому-то каналу информации своей будущей маме: «Мама, чтобы мы выжили, не снеси откладывать яйца, в которых мы развиваемся». По-видимому, дело обстоит проще — шел отбор на закрепление в популяции этого признака, возникшего случайно.

Подытожим все сказанное. Случайные, ненаправленные и неприспособительные изменения генетических программ (мутации) — непреложный факт, доказанный тысячами разных способов. Теперь мы знаем их молекулярные механизмы и уверенно повышаем частоту их возникновения. Не можем лишь одного — вызывать направленно нужную нам мутацию, во всяком случае, до тех пор, пока мы не узнаем структуру и функции всех генов в клетке и не научимся изменять один ген, не изменяя остальных. В природе без вмешательства человека это невозможно принципиально.

Почему же до сих пор находятся люди, яростно борющиеся с неопровержимыми фактами и выдвигающие идеи, в конечном счете неотличимые от неомизма — официальной идеологии Ватикана? Чтобы не быть голословным, процитирую профессора из ФРГ Р. Нахтвея: «Целесообразные, рациональные изменения тела, которые возникают как результат живого взаимодействия между организмом и средой, в конце концов закрепляются в наследственности».

Опять конечная причина Аристотеля, нарушение принципа причинности!

Номогенез (в смягченном, ретушированном, но сохранившем всю свою сущность виде) поддерживается некоторыми исследователями до наших дней. «Наука — враг случайностей» — все должно быть закономерным. В качестве источника материала для эволюции они не могут признать случайный процесс. От теории требуется, чтобы она объясняла, почему на Земле должны быть кошки и мыши, и что мыши должны прятаться от кошек в норы.

О подобных взглядах иронично писал Энгельс («Диалектика природы», очерк «Случайность и необходимость»): «Если тот факт, что определенный стручок заключает в себе шесть горошин, а не пять или семь, представляет собою явление того же порядка, как закон движения Солечной системы или закон сохранения энергии, то на деле не случайность поднимается до уровня необходимости, а необходимость снижается до уровня случайности». По большому счету эволюции наличие на Земле кошек и мышей столь же случайное событие, как наличие в стручке шести или семи горошин, и бессмысленно выводить его из свойства протопланетарной туманности.

(Окончание следует)



# ПОЧЕМУ ЖЕНЩИНЫ СТАРЕЮТ РАНЬШЕ, А ЖИВУТ ДОЛЬШЕ?

Самое общее направление эволюции, по которому шло развитие живого многие миллионы лет — от простого к сложному, от простейших «живых молекул» через одноклеточные к богатству и разнообразию ныне существующего живого мира. Непрерывно изменяясь, организмы стремятся как можно лучше приспособиться к меняющейся окружающей среде. Каким образом это стремление проявляется в отдельных сообществах, популяциях? Как оно влияет на строение и свойства организма? В каком направлении изменяется эволюция те или иные признаки (не только морфологические, но и поведенческие)? Эти проблемы до сих пор остаются предметом споров физиологов, генетиков, ученых, занимающихся биологией развития, кибернетиков, психологов, геронтологов...

С любопытной гипотезой, касающейся одной из сторон эволюционного процесса, недавно выступил доктор биологических наук В. Геодакян (статья его опубликована в журнале «Доклады АН СССР», том 263, № 6, 1982). Вот суть этой гипотезы.

## «КОМПАС» ЭВОЛЮЦИИ

Рассмотрим такой важный признак, как продолжительность жизни. Жизнь всех биологических видов ограничена, но продолжительность ее неодинакова. Жизнь насекомых измеряется часами, а жизнь млекопитающих — десятилетиями. Очевидно, продолжительность жизни — это видовой признак, который генетически запрограммирован и передается по наследству. Среди млекопитающих наблюдаются интересные закономерности: продолжительность жизни тем больше, чем больше масса животного (чем оно крупнее) и чем выше уровень развития, например, чем больше относительный вес мозга по сравнению с телом. Объяснить эти закономерности можно таким образом: чем сложнее организм, тем больший объем генетической информации нужно передать потомству, а получение, реализация и передача информации требуют времени.

Вот примеры: с момента оплодотворения до появления новорожденного мышонка проходит 20 дней, а у слонов этот период длится 660 дней. По сравнению с другими млекопитающими такой же массы именно у человека с его наиболее развитым мозгом жизнь самая длинная.

О чем говорят корреляции подобного рода? Куда идет эволюция?

В последнее время был предложен принцип, способный служить своеобразным «компасом» эволюции, который может предсказать, в каком направлении будет изменяться тот или иной признак. Но прежде чем рассказать об этом, попробуем ответить на вопрос: какие эволюционные преимущества популяции связаны с разделением ее на два пола — мужской и женский?

С позиций кибернетики, каждую популяцию, каждый биологический вид можно рассматривать как следящую систему, в

большей или меньшей степени приспособленную к изменяющейся внешней среде. В процессе эволюции ее основной двигатель — естественный отбор — работает в двух противоположных направлениях: сохранение и изменение признаков, сохранение и изменение генетической информации, уже накопленной данным видом. В соответствии с этим сложная система более глубоко реагирует на изменения среды в том случае, когда она разделена на две подсистемы. Одна подсистема — консервативная — специализируется на сохранении накопленных признаков, другая — оперативная — специализируется на способности видоизменять их.

Таким образом, разделение на два пола — это специализация по двум основным формам естественного отбора: сохранять (стабилизирующая, консервативная подсистема) и изменять (оперативная, движущая подсистема).

Роль консервативной подсистемы выполняет женский пол, а оперативную функцию несет «авангард» популяции — мужской. Очевидно, разделение на два взаимодействующих пола повышает эволюционную устойчивость популяции в целом, способствует лучшему приспособлению к внешним условиям, большей выживаемости.

Теперь вернемся к признакам. Известно, что есть биологические признаки, совершенно идентичные для обоих полов, например, количество конечностей. Кроме того, у каждого пола имеются признаки, свойственные только ему, половые признаки. Наконец, возможен и третий случай. Один и тот же признак, общий для мужского и женского пола, существует в двух формах:

НАУКА И ЖИЗНЬ

РЕФЕРАТЫ

он по-разному выражен у мужчин и у женщин. В этом случае биологи говорят о половом диморфизме, обозначая этим термином некоторое «половое неравенство», когда одно и то же свойство, один и тот же признак у данного вида распределен между представителями двух полов не поровну, а один из полов имеет некоторое «преимущество». Можно привести множество примеров такого «неравенства», вот простейший: в среднем рост у мужчин всегда больше, чем у женщин.

Предложенный новый принцип связывает различия в проявлении признака у мужчин и женщин с общей эволюционной тенденцией, с направлением развития этого признака. Вот что утверждает: если по какому-нибудь признаку существует половой диморфизм («половое неравенство»), то эволюционные преобразования имеют направление от женской формы к мужской. Если какой-то признак больше выражен у мужского пола, то это означает, что данный признак у всей популяции нарастает. Это и есть тот «компас», который указывает, куда движется эволюция.

Женская «подсистема» с присущей ей консервативностью, по-видимому, представляет старую, со временем исчезающую форму («что было»), а мужская подсистема — новую, появляющуюся («что требуется в изменившейся среде»).

У мужского пола разброс в проявлении того или иного признака гораздо больше, чем у женщин. Поэтому именно мужчины становятся первыми жертвами любых неблагоприятных условий (как тут не вспомнить лозунг: «Берегите мужчин!»).

### СТРАННОЕ НЕСООТВЕТСТВИЕ

Вернемся к вопросу о долголетию. Направленность эволюционного процесса говорит о том, что продолжительность жизни человека имеет тенденцию увеличиваться. «Компас» эволюции направлен от женщин к мужчинам. Значит, мужская половина человечества живет дольше?

Жизнь человека можно разбить на четыре периода: 1) пренатальный, то есть жизнь плода до рождения; 2) время роста от рождения до полового созревания; 3) репродуктивный период, оптимальный для продолжения рода; 4) пострепродуктивный период, когда стареющий организм уже не способен оставлять потомство.

Сравним эти стадии жизни у мужчин и у женщин. Известно, что период до рождения у мальчиков длится дольше, чем у девочек (на 3—4 недели), и девочки рождаются более зрелыми (об этом свидетельствуют рентгенологические исследования костной ткани младенцев). Итак, на первой стадии развития «половое неравенство» составляет почти месяц, первый период жизни длиннее у мальчиков. После рождения девочки раньше начинают ходить, разговаривать. К моменту достижения половой зрелости девушки опережают юношей на 2 года, — как и первый период, время созревания у мужского пола продолжитель-

нее. Репродуктивный период у женщин длится 30—40 лет и кончается в 45—55 лет, а у мужчин он на 10—15 лет длиннее и заканчивается в возрасте 60—70 лет.

Итак, первые три периода жизни у мужчин более длительны, чем у женщин. Значит, «компас» показывает, что продолжительность жизни человека растет. Казалось бы, и последняя, четвертая стадия, а значит, и вся жизнь в целом, у мужской половины человечества должна была бы быть длиннее. Однако статистика говорит иное.

По всему земному шару продолжительность жизни у женщин в среднем на 3,6 года больше. Особенно эта разница велика в развитых странах: в СССР женщины живут дольше на 10 лет, в Финляндии — на 9,1, во Франции — на 8, в США — на 7,8 года. Создается странное несоответствие: стареют раньше женщины, а умирают — мужчины.

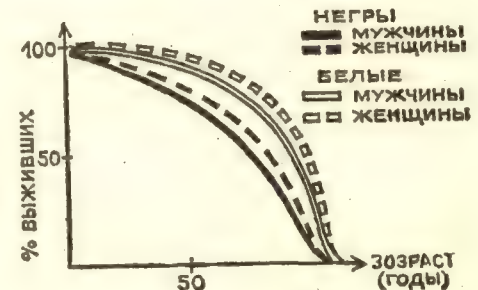
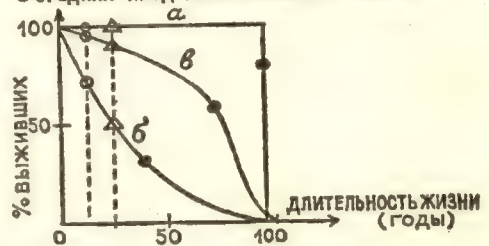
Почему же так получается? Почему правило полового диморфизма оказывается в хорошем согласии с данными о первых трех стадиях жизни человека, а последний жизненный этап и продолжительность жизни в целом в противоречии с этим правилом?

### ГИПОТЕЗА ТРЕБУЕТ ПРОВЕРКИ

Продолжительность жизни человека, как и любой другой признак, определяется наследственностью, передаваемой из поколения в поколение генами и средой.

Проведем такой мысленный эксперимент. Представим себе группу, которая состоит из особей с совершенно одинаковым набором наследственных признаков — одинаковым генофондом, тем самым в нашей

О-длительность периода роста  
Δ-длительность репродуктивного периода  
●-средняя продолжительность жизни





абстрактной группе мы полностью исключим наследственное разнообразие. Кроме того, будем считать, что в эксперименте устранены все неблагоприятные факторы среды (то есть среда никакой роли не играет). В этом случае жизнь всех особей течет одинаково, по одной и той же «программе», значит, у всех будет одна и та же продолжительность жизни, на графике это изобразится линией *a* (рис. 1).

Представим себе другую крайность: наследственные влияния совсем выключены, а продолжительность жизни определяется только факторами среды, то есть случайными факторами. В этом случае кривая смертности показана линией *b*.

Очевидно, все реальные случаи, когда влияния и наследственность и среда, займут некоторые промежуточные положения, например, кривая *в*. Чем меньше влияет среда, чем свободнее популяция от неблагоприятных условий, тем ближе будет реальная кривая к линии *a*. Наоборот, чем экстремальнее внешние условия, тем ближе реальное положение кривой *в* к кривой *b*.

Если нанести на все три кривые точки, соответствующие трем первым периодам жизни человека, то даже при столь крайне различных ситуациях во всех случаях начальные периоды жизни практически остаются одинаковыми, а средняя продолжительность жизни резко меняется, — в случае *a* она намного больше.

Соображения такого рода приводят к гипотезе о том, что снижение средней продолжительности жизни у мужчин связано именно с воздействием среды. Если бы можно было поместить все человечество в идеальные условия, чтобы влияла только наследственность, то в полном соответствии с направлением эволюционного «ком-

паса» мужчины в среднем жили бы дольше, чем женщины.

Статистические данные, которые приводят известный американский геронтолог Комфор (рис. 2), сравнивают продолжительность жизни у двух групп американского населения — негров и белых. Внутри каждой из групп «женская» кривая находится ближе к прямоугольнику (случай *a*) в мысленном эксперименте, то есть женщины свободнее от воздействия среды, из-за своей консервативности они меньше зависят от неблагоприятных воздействий. Если же сравнивать в целом группу белых и негров, то более независимым от среды оказывается белое население. Это объясняется исторически сложившимися условиями жизни: белые обеспечены лучшим питанием, лучшими условиями быта и медицинским обслуживанием.

Статистические данные еще раз доказывают, что неблагоприятные факторы среды влияют на среднюю продолжительность жизни мужчин больше, чем на долголетие женщин. «Компас» же эволюции верно предсказывает общую тенденцию развития — долголетие людей в целом увеличивается.

Новая гипотеза объясняет, почему «чемпионами» среди долгожителей чаще всего бывают мужчины (по статистике, в Закавказье из 15 долгожителей в возрасте 110—140 лет 14 человек — мужчины). Именно среди мужской половины человечества особенно велик разброс (дисперсия) по какому-нибудь признаку. Долгожители — это и есть результат сильного отклонения от нормы по признаку «продолжительность жизни».

Реферат подготовила В. СМЕРНОВА.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Тренировка умения мыслить логически

#### ЦИФРЫ НА ФАСАДЕ

Задача «Сколько этажей», опубликованная в № 6, 1982, получила дальнейшее продолжение. Его подсказал читатель А. Степанов (г. Баку). Вот следующее задание, которое предлагается выполнить любителям математических развлечений. Как должны располагаться кубики в каждом этаже, чтобы сумма цифр по каждому из четырех фасадов «высотного здания», построенного из шести кубиков, была одинаковой? Найдите эту сумму.

#### ПОЕЗДКА ПО ГОРОДУ

По всем улицам города идут автомобили с одной и той же частотой (как в одну, так и в другую сторону). Скорость у них всех — 60 км/час. Исключение составляет лишь один шофер, который катает туристов, мужа и жену. Шофер иногда останавливается, и сидящий позади турист все время с любопытством смотрит на улицу. Зато его жена то и дело поглядывает на часы.

— Город очень интересный, но ты заметила, дорогая, что встречных машин

вчетверо больше попутных? — спросил он, когда шофер вез их к гостинице.

— Нет, но я подсчитала, что мы стояли в целом треть времени, — ответила она.

— А остальные две трети?

— Ехали, разумеется.

— Все ясно. Без тебя я не смог бы решить, с какой скоростью ехала наша машина.

Шофер не понял их разговора и поэтому на следующий день катал их с несколько меньшей скоростью. Но реплики туристов остались прежними. С какой скоростью возил их шофер в первый день? А во второй?

А. Швецов (г. Якутск)



## ЗА ЧТО ВЫ ЛЮБИТЕ СВОЮ ЛОШАДЬ?

Прошлой осенью в Филадельфии (США) состоялась первая международная конференция, посвященная изучению взаимоотношений между людьми и их домашними животными. На конференции выступали ученые, доказывающие, что контакты с животными необходимы современному человеку для сохранения и душевного и физического здоровья.

Опросив 25 владельцев собак, психолог Дж. Серпелл пришел к выводу, что одно из качеств, которое человек больше всего ценит в собаке, — это внимание к его персоне. На второе место среди ценных качеств домашней собаки опрашиваемые поставили доброжелательность к хозяину. Возможность иметь собеседника, как показал опрос, стоит на третьем месте в ряду перечисления причин, побуждающих человека завести у себя дома какое-нибудь животное. В другом опросе выяснено, что 98 процентов собаководовладельцев разговаривают со своими питомцами, 75 процентов уверены, что собаки ощущают смену

чувств и настроений человека, а 28 процентов сказали, что могут полностью доверять своим собакам.

Этолог Шарон Смит изучала взаимоотношения 10 семей с собаками, живущими в этих семьях, и сделала следующий вывод: собака обращает гораздо больше внимания на хозяина и членов его семьи, чем они обращают внимания на нее.

Другой опрос провела ветеринарный врач Барбара Джонс. Она говорила с детьми в возрасте от 5 до 11 лет, живущими в сельской местности и имеющими дело с лошадьми. Задавала им один вопрос: «За что вы любите свою лошадь?» Результаты исследования показали, что главное во взаимоотношениях сельских детей с лошадьми — возможность почувствовать себя ответственным за живое существо, да еще такое красивое, сильное и умное, как лошадь. Ведь нуждаясь в помощи и уходе ребенка, животное позволяет ему почувствовать себя взрослее и самостоятельнее.

Доктор Майкл Робин и его коллеги с факультета здравоохранения Миннесотского университета проинтервьюировали око-

### ● ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА



## ● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

К концу лета, каким бы оно ни было — засушливым или с проливными дождями, — убывает вода в степных прудах и озерах, отходит от берегов — где совсем немного, где — на десятки шагов. И у новой границы воды и суши столько разных звериных и птичьих следов, что не сразу и разгадаешь, кто прилетал, прибегал, приплывал сюда искупаться, напиться, поохотиться, отдохнуть. Утки плотно утрамбовали широкими лапами небольшую площадку среди кустиков частухи и обсохшего стрелолиста, кулики натоптали узенькие тропинки, белые трясогузки напечатали крошечных елочек, округлые ямки оставила лиса. И среди этой разноседицы — огромные, будто настоящие следы серых цапель: без малого двадцать сантиметров от когтя до когтя каждый. Медленно бродят по мелководью долгоязычные, серые птицы. Сделав несколько вкрадчивых шагов, замирают, как изваяния, вытянув вверх длинную шею. Заходят в воду по самое брюхо. Качнет волна, проплывут немного и, снова став на дно, замрут неподвижно.

Завидя издали человека, цапли легко взлетают из воды, не выходя на берег. Одна за другой, чуть присев, глубоким взмахом развернутых крыльев поднимают они свое тело в воздух и в тот же миг начинают словно бы корчиться или складываться. Сначала, поджав под себя ноги, они отводят их назад, а шею изгибают так, что голова ложится на спину, а вперед между крыльями торчит только острый, как пика, клюв. И птицы, совсем непохожие фигурой на тех, которые только что стояли в воде, с надменно-высокомерным видом не улетают, а ульвуют вдаль, за две-три минуты растворяясь в белесой дымке у горизонта.

Все цапли — птицы легкие, и у серой при ее метровом росте буквально куриный вес. Поэтому птица так



## С Е Р А Я Ц А П Л Я

Кандидат биологических наук Л. СЕМАГО (г. Воронеж).

уверенно опускается и на зыбкую слямину, и на тонкие ветки деревьев, которые едва сгибаются под столь незначительной тяжестью.

Красив, изящен и легок полет цапли, особенно когда под вечер летит она над зеркальной гладью озера. Освещенная низким солнцем,





отражаясь в воде каждым перышком, птица неторопливо и ровно машет широкими длинными крыльями. В установившемся полете работают лишь концы крыльев, создавая силу тяги, и цапля, не меняя высоты, летит ровно, как по струне. Наметив место посадки, планирует и опускается на него без дополнительного маневра, будь это крошечное оконце чистой воды, полузатопленный пенек или обломок сухой ветки, торчащей из кроны дерева. Нескладно и неуклюже выглядит цапля лишь тогда, когда намеревается взять с воды на лету сплывшую рыбежку. Получается это у нее без той ловкости, с которой подбирает даровую добычу чайка, коршун и даже ворона, но зато и без промаха.

Цапля из тех птиц, которым ни днем, ни ночью спрятаться некуда, она всегда на виду, где бы ни была: в воздухе, на земле, на воде, на гнезде, на дереве. Она умеет немного плавать, длиннопалые ноги не годятся для быстрого бега, в полете ее обгонит и ворона. Добыча для пернатых и четвероногих хищников вроде бы заманчивая. Но не в ногах и крыльях ее спасение, а в страшном оружии, которого опасаются даже самые сильные и смелые пернатого мира и хищные звери. Это оружие — длинный, крепкий и острый, как дротик, клюв. Сложенная втрое шея при нанесении удара распрямляется на полуметровую длину с неуловимостью сильной пружины, и тому, кто не знает этого приема, он мо-

жет стоять глаза или даже жизни. Только молодые, еще неопытные птицы-слетки могут промахнуться и ударить мимо цели. Взрослые же обладают снайперской точностью, и кончик их клюва бьет в ту точку, куда направлен взгляд скошенных и почти неподвижных глаз.

Осторожна цапля, но не труслива и при опасности предпочитает оборону, а не бегство. Пробовали считать с самолета гнезда в цапельниках и самих цапель на кормежке. В панике разлетелись от низколетящего АН-2 грачи, в ужасе уносились прочь коршун, бегом удирали в камыши лысухи, не шелохнувшись только ни одна из тех цапель, которые лежали на гнездах, грея яйца, ни одна из тех, которые стояли у берегов, карауля добычу. Но шея каждой сложена, а клювы нацелены на самолет, круживший на такой высоте, что были отчетливо видны и птичьи глаза и узенькие перья черных косиц на затылке. Подобное бесстрашие возможно только при надежном оружии защиты.

А вот гнезда строят в таких местах, что с земли до них добраться или очень трудно, или вовсе невозможно, — в непролазной тростниковой крепи, в непроходимой черноольховой топи, куда летом опасаются забегать даже волки. В прежней волжской дельте строились цапли вместе со своими сородичами и с бакланами на корявых ветлах по берегам рек и ериков, в безлесных степях — на заламах сухого тростника. В знаменитой Ши-

повой дубраве их гнезда на вершинах идеальных дубов-богатырей в десятке километров от воды. Цапля легка, и огромное ее гнездо, простой помост из сухих веточек, — не бремя для дерева. На первом году такие постройки даже просвечивают насквозь, но в следующие сезоны к ним добавляется свежий материал, и после каждого ремонта гнезда становятся с виду все массивнее, но не ломают своей тяжестью веток, как это случается с бакланьими и грачиньими.

Цапля — птица колоннальная, но не стайная. Гнездо одиночной пары где-нибудь на отшибе, далеко от общего поселения — исключение. На пролете летают в четком групповом строю, но чаще — семейными парами. Но охотится каждая сама по себе, улетающая из колонии в свои любимые угодья, иногда километры за тридцать.

На охоте цапля само воплощение терпеливости и ожидания. Подолгу стоит она на месте, ожидая, пока добыча приблизится на верный удар. Шея сложена, как в полете, и от этого птица кажется чрезмерно сутулой и словно бы состарившейся от тягот жизни. Это впечатление усиливается еще и оттого, что порывы ветра колышут длинные узкие перья под горлом, напоминающие сивую, немнутую и нечесаную бородаку. Не дождавшись никого в одном месте, цапля или перелетает на другое, или, вытянув шею, как можно выше, медленно и вкрадчиво шагает по отмели, всматриваясь в воду, пока не

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.  
Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, Б. Л. ГИНЗБУРГ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. иллюстр. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, В. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор В. Г. ДАШКОВ. Технический редактор З. П. Кузнецова.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда». «Наука и жизнь», 1982.

Сдано в набор 23.08.82. Подписано к печати 03.08.82. Т 14369. Формат 70×108<sup>1/16</sup>.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. кр.-отт. 18,2.  
Тираж 3 000 000 экз. (1-й завод: 1—1 850 000 экз.). Изд. № 2057. Заказ № 2734.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865, ГСП, Москва, А-137, ул. «Правды», 24.



заметит лягушку, рыбешку, головастика. Охотится и на суше, особенно по весне. В средней России серые цапли в иные годы прилетают так рано, что еще не только половодье не разыгралось, но нет даже узеньких закраин на реках и прудах. Тогда на полях, на лугах стоят и бродят длинноногие птицы, промышляя полевок, охотясь на мышей.

Зрение цапель, возможно, не уступает совиному. С одинаковой уверенностью летают они на малых высотах и днем и ночью. Добычу видят и в темноте. Кажется, только гнезда по ночам не строят. Любят постоять на солнце, не прячутся от дождя, потому что не намокает перо, обсыпанное, словно восковой пудрой, порошком из особого пуха. Лишь в ветреную погоду стараются летать поменьше и поближе, потому что их сносит с курса свежий боковой ветер, сильный встречный почти останавливает в воздухе, а крепкий заставляет иногда лететь хвостом вперед.

Весенняя цапля в чистом, необтрепанном, элегантном и строгом наряде, в котором без излишней пестроты сочетаются только три цвета: серый, сливочно-белый и черный. — Грациозна и по-птичьи красива. Но красоту эту портит взгляд желтых глаз, скошенных вперед и вниз. Этот взгляд и птенцов лишает той миловидности и привлекательности, которая свойственна другим птичьим детям. Неприятен на слух и голос взрослых и молодых птиц, в нем нет тихих и нежных звуков.

Сентябрь — главный месяц перелета. День начинает отставать от ночи, быстро стынет вода. Отходит в глубину мелкая рыбешка, прячутся в омуты толстобокие лягувы, уползают под землю ужи, мышей и полевок скрывает полегшая и перепутанная трава. Труднее становится цаплям с добычей и, опережая касаток, не дожидаясь бабьего лета, улетают они на зимовки.

Медленно бродят по мелководью долговзвые серые цапли. Следы уходят в воду, и нежный ил сохраняет их до тех пор, пока мелкая волна не разглядит дно возле берега.

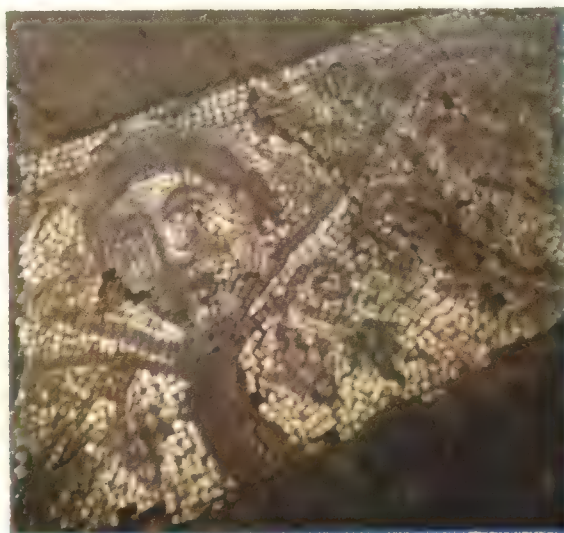






## МОЗАИКИ ДРЕВНЕГО ДЗАЛИСА

Статью об уникальных античных мозаиках, открытых археологами в восточной Грузии, см. на стр. 27.





# КАК НАШЛИ ТОЧНОЕ МЕСТО ПЛАНЕТАМ

Советские астрофизики, математики, инженеры построили теорию движения планет, которая, основываясь на высокоточных радиолокационных измерениях расстояний и учитывая эффекты теории относительности, на много лет вперед предсказывает положение Марса, Венеры, Меркурия с точностью в сотни раз более высокой, чем это было возможно ранее.

Доктор физико-математических наук В. АБАЛАКИН,  
кандидаты технических наук Ю. КОЛЮКА, В. ТИХОНОВ.

Решение научной проблемы, о котором пойдет речь, было найдено в самые последние годы, но начало этого поиска уходит в прошлое на многие тысячелетия.

Еще в глубокой древности человек, наблюдая небесные явления, установил периодичность многих из них. Так, уже в Древнем Вавилоне были известны с большой точностью не только продолжительность года и месяца, но и периоды обращений всех известных тогда пяти планет — Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна. Было замечено, что они совершают постоянные движения, переходя из одного созвездия в другое, по сложным петлеобразным путям. Это наводило на мысль о некой личной воле планет, способствовало их обожествлению и в итоге породило лженауку — астрологию, которая связывала небесные явления с судьбой отдельных личностей и целых народов.

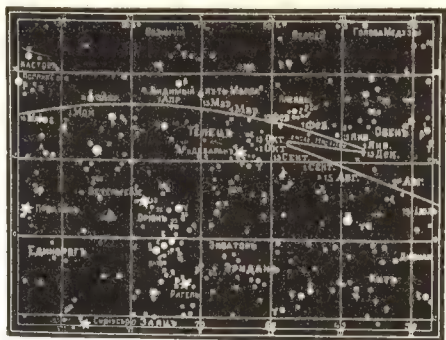
Для астрологического предсказания будущего необходимо было предвычислять положения планет, что требовало создания определенной математической модели их движения, а значит, требовало астрономических наблюдений. Тем самым абсурдная в своей основе астрология способствовала возникновению таких важных направлений, как астрометрия и теоретическая астрономия.

Построение математических теорий, способных описывать движение планет, стало возможным после создания древнегреческими учеными геометрии. Господствующей

«системой мира» была тогда геоцентрическая, то есть предполагающая Землю в центре мироздания, и все небесные тела вращающимися вокруг нее. Наиболее совершенными геометрическими фигурами древние греки считали окружность и сферу. Поэтому теории движения светил основывались на принципе их равномерного кругового движения. Сложность же реальных движений объяснялась одновременным участием небесных тел в нескольких простых круговых движениях с различными периодами. Такой подход явился, по существу, предтечей современных методов небесной механики, основанных на разложении сложных функций в тригонометрические ряды Фурье.

Первая математическая теория, позволившая астрономам древности удовлетворительно воспроизвести общий характер движения светил, связана с именами Аристарха Самосского, который одним из первых вел систематические наблюдения планет, и Аполлония Пергамского (оба жили в III веке до н. э.). В ее основу была положена идея так называемых «подвижных эксцентров», утверждавшая, что каждая планета движется равномерно по окружности, центр которой не совпадает с центром Земли. Радиусы планетных орбит предполагались та-





кими, что Земля находилась вне орбит Меркурия и Венеры, в то время как орбиты Марса, Юпитера и Сатурна заключали внутри себя Землю и орбиту Солнца. Следует отметить и работы Гиппарха (II век до н. э.), выдающегося астронома древности. Он, в частности, составил первый в истории астрономии достаточно обширный каталог точных координат звезд и вычислил на 600 лет вперед координаты Солнца и Луны.

Апофеозом античной теоретической астрономии явился знаменитый тринадцатитомный трактат Клавдия Птолемея (II век н. э., Александрия), известный под названием «Альмагест». В этом фундаментальном труде впервые были установлены и сформулированы законы видимых движений планет, что дало возможность точно (ошибки не более 10 угловых минут) предвычислять их положения. Этим была решена задача, которую многие выдающиеся ученые древности, в том числе и Платон, считали непосильной для человеческого разума. Огромную практическую ценность имели таблицы координат светил, помещенные в этом труде, они обусловили его долгую популярность и на Востоке и в Европе.

Четырнадцать долгих веков «Альмагест» оставался фундаментом геоцентрической системы мира. За это время было сделано лишь несколько попыток улучшить теории Птолемея, но они носили в основном чисто технический характер.

Но вот в 1543 году вышел в свет трактат Николая Коперника «Об обращении небесных тел», совершивший переворот в астрономии и обессмертивший имя его создателя. Сначала Коперник пришел к «системе мира» из пяти планет, обращающихся вокруг Солнца, которое, в свою очередь, обращается около Земли, но затем он низвел Землю в положение обычной, рядовой планеты.

Перенос «центра мироздания» к Солнцу открыл широкие возможности для развития новых теорий движения планет и был с исключительной мощью использован Иоганном Кеплером. В его сочинении «Новая астрономия, или Небесная физика» впервые была создана «астрономия без гипотез», основанная на подлинно научном фундаменте исключительных по своей точности астрономических наблюдений Тихо Браге, на которых он затратил более 20 лет. Долгим и трудным путем пришел Кеплер к определе-

Резким зигзагом на звездном небе представило наблюдателям движение Марса за несколько месяцев. Подобными зигзагообразными и петлеобразными линиями испокон веков виделись траектории планет на небосводе. Птолемей объяснил их, представив планетные «орбиты» как сумму круговых движений. Коперник сумел перейти от наблюдаемых «зигзагов» и «петель» к стройной и красивой гелиоцентрической системе. И по сей день точная регистрация изменения небесных координат планеты используется для вычисления основных параметров ее орбиты.

нию точных математических зависимостей между координатами планет и временем, к формулировке своих трех знаменитых законов. Позже на их основе Кеплер составил таблицы движения планет, известные под названием «Рудольфовы таблицы», которые по своей точности намного превзошли все существовавшие до того времени и почти двести лет оставались в употреблении. Работы Кеплера стали венцом кинематического подхода к созданию планетных теорий, при котором описание движений небесных тел осуществлялось без анализа физических причин, лежащих в их основе.

Новая эра в развитии теоретической астрономии — эра динамики планет — началась с открытием в 1686 году Исааком Ньютоном закона всемирного тяготения, согласно которому любые две материальные точки притягиваются друг к другу с силой  $F$ , прямо пропорциональной их массам  $m_1$  и  $m_2$  и обратно пропорциональной квадрату расстояния  $r^2$  между ними.

Закон всемирного тяготения, в корне изменивший последующее развитие не только теоретической астрономии, но и всего естествознания в целом, стал надежным фундаментом небесной механики. Он имел и большое философское значение, так как стер грань между «земным» и «небесным»: у падения предметов на Землю та же физическая природа, что и у движения небесных тел по орбитам.

Из закона Ньютона следует, что реальное движение планет совершается под действием силы тяготения Солнца и их взаимного притяжения. При этом, как показал еще сам Ньютон, из-за больших расстояний между небесными телами (планетами и Солнцем) их собственными размерами можно пренебречь и считать, что вся масса каждого из этих тел сосредоточена в его центре. Тем самым исследование реального движения планет сводилось к решению знаменитой математической задачи — задачи  $n$  тел небесной механики. В простейшем случае при  $n = 2$  точное решение этой задачи было получено самим Ньютоном, однако многочисленные попытки целой плеяды математиков решить задачу трех и более тел неизменно приводили к неудачам.

Наряду с поисками точных аналитических решений (иначе говоря, решений дифференциальных уравнений, точно описывающих всю систему) уже в середине прошлого века стали применять другой подход к решению задачи  $n$  тел — искать математические методы, позволявшие решать ее приближенно, но с точностью, достаточной для практических целей. С тех пор построение тео-



Так представил себе художник древнеегипетского астронома, определяющего с помощью нехитрого инструмента координаты планет на небосводе. Погрешность при таких изменениях наверняка составляла десятки угловых минут или даже несколько градусов. Сегодня астрономические измерения производят высокоточными оптическими и радиоэлектронными приборами, такими, например, как планетный радиолокатор Центра дальней космической связи с 70-метровой полноповоротной антенной («Наука и жизнь» № 3, 1982 г.). Такой локатор с расстояния в десятки миллионов километров измеряет неровности рельефа планет с точностью до сотен метров, а межконтинентальные интерферометры, в которых работает несколько крупных радиотелескопов, производят угловые измерения астрофизических объектов с точностью до десятитысячных долей угловой секунды.

рий движения планет стало сводиться в основном к приближенному решению дифференциальных уравнений, описывающих их движение, к последующему определению констант интегрирования (элементы орбит, массы планет и т. п.), при которых положения планет наилучшим образом согласовались с данными наблюдений.

В середине XIX века французский астроном Урбен Леверрье впервые построил гравитационные, то есть основанные только на законе всемирного тяготения, теории движения четырех внутренних планет — Меркурия, Венеры, Земли и Марса. Эти теории настолько хорошо согласуются с наблюдениями, что до сих пор служат для вычисления эфемерид (таблиц положений) внутренних планет. В конце прошлого века в результате грандиозной двадцатилетней работы Саймона Ньюкома, директора Бюро астрономических эфемерид Морской обсерватории в Вашингтоне, было завершено создание новой, еще более совершенной теории движения четырех внутренних планет. Теория Ньюкома базировалась на обработке огромного по тем временам количества наблюдений положений планет — около 60 тысяч, — выполненных с 1750 по 1892 год.

Ньюком поставил себе целью избавиться от всех недостатков, которые были присущи теориям Леверрье, но тем не менее так же, как и его предшественник, он вынужден был ввести в свои теории эмпирические поправки (в первую очередь в теорию движения Меркурия), чтобы согласовать их с наблюдениями на всем рассматриваемом интервале в 140 лет. Сегодня ясно, что возникавшие рассогласования между гравитационными теориями и данными наблюдений были обусловлены несоответствием принятой ньютоновой модели движения планет их реальной динамике, описываемой общей теорией относительности Эйнштейна. Но во времена Леверрье и Ньюкома для объяснения этих рассогласований вводились различные гипотетические факторы, такие, например, как существование недоступной для наблюдения планеты между Меркурием и Солнцем или же сопротивление межпланетной среды. Делались также попытки изменить закон всемирного тяготения путем внесения поправки к показателю степени расстояния. В результате получалось, что



сила притяжения обратно пропорциональна не квадрату расстояния  $r^2$ , а величине  $r^{(2+\sigma)}$ , где  $\sigma$  очень малая величина, в одном из случаев  $\sigma = 0,0000001612$ . Теория Ньюкома использовалась вплоть до наших дней для вычисления таблиц положений (эфемерид) внутренних планет. Но в какое-то время и она перестала удовлетворять и астрономов и специалистов новых областей техники, связанных с астрономией.

В последние десятилетия к точности астрономических расчетов стали предъявляться качественно новые требования, вместе с тем появились и новые средства, позволяющие эти требования удовлетворять. Прежде всего нужно упомянуть бурное развитие электронно-вычислительной техники и как следствие быстрый прогресс методов вычислительной математики. Теперь при решении практически важных задач небесной механики, в том числе при построении теорий движения планет, исследователи все чаще стали отдавать предпочтение численным методам.

Яркий пример возможностей ЭВМ и эффективности численных методов — построение американскими учеными Эккертом, Брауэром и Клеменсом в 1951 году теории движения пяти внешних планет — Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона. Авторами были решены уравнения движения этих планет на интервале в четыре столетия — с 1653 по 2060 год. Начальные условия уравнений были получены на основе 25 тысяч наблюдений, выполненных с 1780 по 1940 год, причем расхождение расчетных данных с опытными нигде не выходило за пределы ошибок измерений. Следует иметь в виду, что работа Эккерта, Брауэра и Клеменса выполнялась на «примитивных» машинах первого поколения, а это требовало большого напряжения сил и значительных





Так представлялось до работ Коперника устройство мира: в центре мироздания Земля, вокруг нее вращаются Солнце, планеты и Луна, а за ними заполненная звездами небесная сфера.

затрат машинного времени. Полученные результаты и масштабность этой грандиозной работы в свое время произвели сильнейшее впечатление.

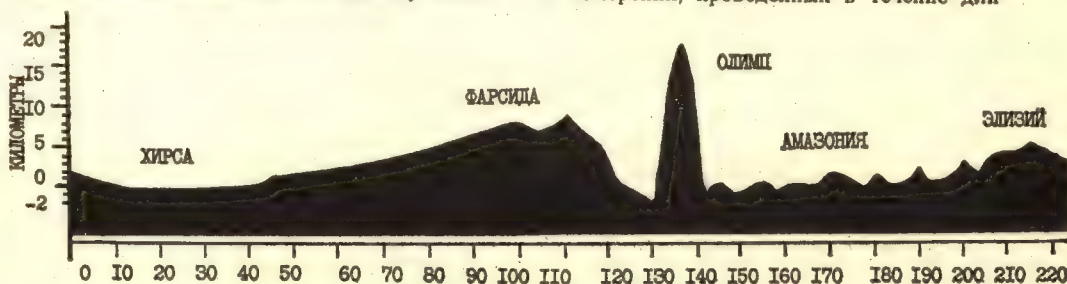
Полезно вспомнить, что еще в 1763 году Леонард Эйлер указывал на большие возможности численных методов для приближенного решения задачи  $n$  тел. Однако в те времена, когда все вычисления велись вручную и в лучшем случае при помощи простейших арифмометров, о практической реализации этой идеи для построения достаточно точных теорий движения планет не могло быть и речи.

Другое важнейшее событие, коренным образом повлиявшее на развитие теоретической астрономии, — создание планетных радиолокаторов. С их помощью стало возможным получение информации принципиально нового типа, а именно прямое измерение расстояний до поверхности планет. При этом точность измерений на несколько порядков превосходила лучшие результаты традиционных оптических наблюдений.

Первую успешную радиолокацию планеты — это была Венера — осуществили в 1961 году одновременно в Советском Союзе, США и Англии. Первым результатом радиолокационных наблюдений, имевшим, можно сказать, принципиальное значение, было определение в первой половине 60-х годов действительных размеров Солнечной системы. В теоретической астрономии используется так называемая астрономическая система единиц, где за единицу массы

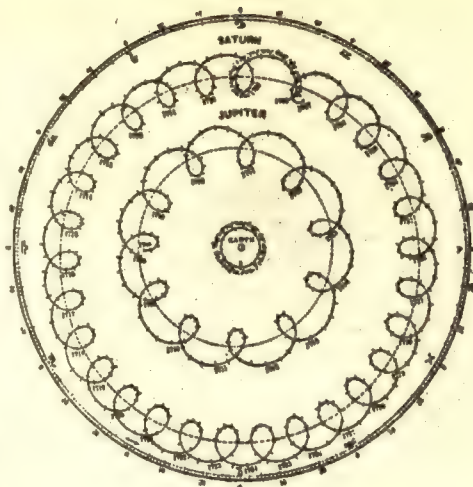
принята масса Солнца, за единицу времени — средние солнечные сутки, а за единицу длины — среднее расстояние между Землей и Солнцем, получившее название астрономической единицы. Выбор такой единицы обусловлен тем, что в традиционных оптических наблюдениях сравнительно хорошо определяют не сами расстояния между небесными телами, а лишь их отношения. Для того чтобы выразить астрономическую единицу в километрах, прибегали к измерению Солнечного параллакса — угла между двумя линиями наблюдений, направленными на Солнце из различных точек земной поверхности. Зная этот угол и размеры Земли, можно было оценить и величину астрономической единицы. Эта методика позволяла определить астрономическую единицу с заметной погрешностью, и впоследствии выяснилось, что при ее измерении в «дорadioлокационный» период ошибка достигала 70 000 км. Прямые радиолокационные наблюдения планет позволили уже в 1965 году снизить эту ошибку примерно в 1000 раз, то есть довести ее до нескольких десятков километров.

Радиолокационные наблюдения планет, а также результаты слежения за полетами межпланетных летательных аппаратов показали, что даже после кардинального уточнения астрономической единицы расхождение между расчетными данными, получаемыми на основе классических теорий, и экспериментальными достигало значительных величин. При этом расчетные и измеренные расстояния до Венеры в отдельные годы различались на 500—600 км, а для Меркурия и Марса — еще больше. Тем самым была экспериментально оценена фактическая точность классических теорий, опирающихся на оптические наблюдения. Кстати, эту точность можно оценить и теоретически, учитывая, что ошибки оптических методов измерения углов достигают 2—3 угловые секунды и, значит, на расстояниях 100—200 млн. км (расстояния от Земли до других внутренних планет) они приводят к ошибкам в 1000—3000 км по направлению, перпендикулярному к лучу зрения. Конечно, большая статистика, или, проще говоря, большое число измерений, проведенных в течение дли-





Чтобы с птолемеевых позиций объяснить сложные перемещения Юпитера и Сатурна по небосводу, их реальные траектории в пространстве представляли себе как сумму круговых движений по эпициклам.



тельного времени, снижают ошибки, но все равно они остаются довольно большими.

Ошибка в сотни километров при прогнозе местонахождения планет была вполне допустимой на ранней стадии космических исследований, когда межпланетные летательные аппараты должны были прийти в окрестности той или иной планеты или просто «попасть» в нее. Но по мере развития космической техники стали усложняться и программы запусков: современные межпланетные станции должны, например, совершить посадку в заданном районе планеты, выйти на орбиту ее искусственного спутника, сблизиться с ее естественными спутниками и т. д.

Для надежного решения подобных задач космической навигации стало необходимым уменьшить ошибку в прогнозировании положения планет по крайней мере в несколько раз. А для этого мало было более точно измерять локаторами расстояния до планет — для этого нужны были более совершенные теории их движения. Принципиальные возможности для создания таких теорий дают точные радиолокационные наблюдения и быстродействующие вычислительные машины. Показательна в этом отношении выполненная еще в 1967 году работа американских ученых Эша, Шапиро и Смита. Полученные в этой работе результаты основывались на относительно малочисленных ранних радиолокационных наблюдениях, имевших сравнительно низкую точность, и для практики дали не очень много. Но перспективность союза «Локатор-ЭВМ» в этой работе была продемонстрирована убедительно. Впоследствии, к сожалению, в американской печати резко сократилось число публикуемых работ с результатами исследований в этой области. Прекратились также публикации и данных самих радиолокационных наблюдений. О том, что работы по созданию современных высокоточных теорий движения планет ведутся в США широким фронтом, можно судить лишь на основании сообщений на международных конференциях и по реализации схем конкретных полетов станций к планетам Солнечной системы.

В Советском Союзе радиолокационные наблюдения планет начиная с 1961 года регулярно проводились в Институте радиотехники и электроники ИРЭ АН СССР группой ученых и инженеров во главе с академиком В. А. Котельниковым. К середине 70-х годов эти наблюдения позволили накопить

большой экспериментальный материал и приступить к созданию высокоточных теорий движения внутренних планет. К этому времени точность радиолокационного измерения расстояний до планет была доведена до нескольких сотен метров.

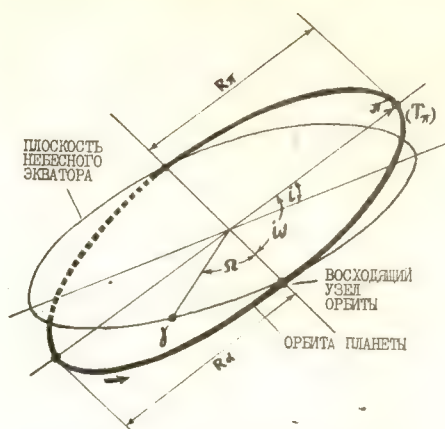
Советские исследователи шли к созданию высокоточных теорий различными путями. В Институте теоретической астрономии (ИТА) АН СССР в Ленинграде стремились к созданию аналитических теорий, которые могли бы прогнозировать движение планет на длительное время, на десятки лет вперед. Работы, развернувшиеся в Институте прикладной математики (ИПМ) АН СССР им. М. В. Келдыша, в Центре управления полетами (ЦУП) и ИРЭ АН СССР, ставили своей задачей уточнить движение Земли и планет для сравнительно небольших интервалов времени (на годы и даже на месяцы). Прежде всего решалась задача для Земли и Венеры, к которой наиболее часто совершали полеты космические посланцы нашей страны. К этому времени уже был накоплен большой практический опыт решения сложных задач астродинамики — навигации и наведения космических аппаратов. Тесное творческое сотрудничество баллистиков, решавших эти задачи, астрономов-теоретиков, математиков, радиоспециалистов позволило в короткий срок разными путями прийти к новым точным описаниям движения Земли и Венеры.

Кроме радиолокационных наблюдений Венеры, имевшихся к этому времени в распоряжении исследователей, при построении по-

ИСИДА БОЛЬШОЙ СИРТ



Этот рисунок иллюстрирует возможности современной планетной радиолокации. Здесь показан построенный по данным локационных измерений рельеф Марса вдоль линии, параллельной экватору на уровне 20-го градуса северной широты (на этой широте гора Олимп имеет высоту около 18 км, ее вершина высотой 27 км находится севернее). По горизонтальной оси отложена долгота (условно). Расстояния на поверхности и высота отображены в разных масштабах, и поэтому детали рельефа надуты в сто раз более крутыми, чем в действительности.



- $\gamma$  - ТОЧКА ВЕСНЫ  
 $i$  - НАКЛОНЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ОРБИТЫ  
 К ПЛОСКОСТИ НЕБЕСНОГО ЭКВАТОРА  
 $\Omega$  - ДЛИНОТА ВОСХОДЯЩЕГО УЗЛА ОРБИТЫ  
 $\omega$  - АРГУМЕНТ ШИРОТЫ ПЕРИГЕЛИЯ  
 $T_p$  - ВРЕМЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПЕРИГЕЛИЯ

$$a = \frac{R_p + R_a}{2} \quad \text{БОЛЬШАЯ ПОЛУОСЬ}$$

$$e = \frac{a - R_p}{a} \quad \text{ЭКЦЕНТРИСИТЕТ}$$

$$R_p, R_a \quad \text{РАССТОЯНИЕ ОТ ПЛАНЕТЫ  
ДО СОЛНЦА В ПЕРИГЕЛИИ  
И АФЕЛИИ}$$

вых теорий были использованы оптические наблюдения Солнца и Венеры, а также результаты слежения за первыми искусственными спутниками Венеры (орбитальными аппаратами станций «Венера-9» и «Венера-10») на протяжении 1975—1976 годов.

Всего же было обработано около 6 тысяч наблюдений, проведенных с 1960 по 1976 год, и уточнено 14 параметров: элементы орбит Земли и Венеры, а также астрономическая единица и радиус самой планеты Венера. Полученные теоретические результаты были впервые использованы при запуске советских станций «Венера-11» и «Венера-12» в 1978 году. Анализ траекторных измерений на припланетном участке полета этих станций, а также данные радиолокационных наблюдений Венеры в конце 1978 года показали, что ошибка прогнозируемого взаимного положения Земли и Венеры не превышала 3—6 км и то время, как использовавшиеся до этого теории — их принято называть классическими, «долокационными» — приводили к ошибкам до 500 км. Иными словами, точность прогнозов движения Венеры удалось повысить в 100 раз.

В 1979 году были построены аналогичные теории движения Земли и Марса. Как показали данные последующих экспериментов, эти теории описывали движение Марса с точностями, в 10—20 раз превосходящими точность «долокационных» теорий, несмотря на сравнительно небольшой интервал времени (6 лет), к которому относятся использованные радиолокационные наблюдения Марса.

Преимущества вновь созданных теорий движения Земли, Венеры и Марса перед классическими, «долокационными» были бесспорны, но вместе с тем анализ расхожде-

Задача определения орбиты той или иной планеты со времен Кеплера сводится к тому, чтобы определить шесть ее элементов: время прохождения планеты через перигелий, эксцентриситет, большую полуось, аргумент широты перигелия, наклон плоскости орбиты и плоскости экватора и долготу восходящего узла орбиты. Главная задача создания любой теории движения планет — определение этих шести элементов (для каждой планеты), по которым можно предсказать положение планеты для любого момента времени. Ранее элементы орбиты определяли по результатам оптических наблюдений, анализируя видимое движение планеты по небосводу. Сейчас главную роль в получении исходной информации для построения теорий играют высокоточные радиолокационные измерения.

ний между расчетами и измерениями показал, что теории эти могут быть еще более уточнены. Дело в том, что основой для них служил ньютоновский закон взаимодействия небесных тел, в то время как уже появилась реальная возможность перейти к более точной эйнштейновской модели.

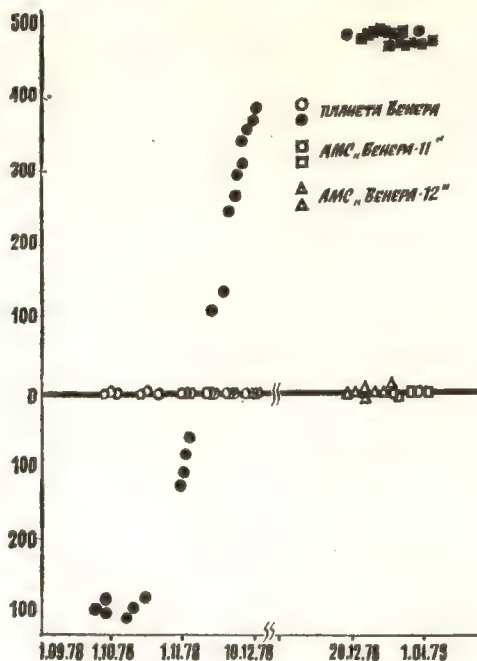
В основе этой модели лежит теория тяготения А. Эйнштейна, созданная им в 1916 году и получившая также название «Общая теория относительности», сокращенно ОТО. Из этой теории, в частности, следует, что в сильном поле тяготения геометрия привычного трехмерного пространства оказывается неевклидовой, а время течет медленнее, чем вне поля. Исследование движений физических тел в рамках эйнштейновской теории тяготения — задача сложная и еще далеко не завершенная. Но в самом простом случае — при движении точечной массы в сферически-симметричном статическом гравитационном поле (так называемая задача Шварцшильда) — картина ясна до конца. И именно этот случай может служить аналогом движения планет вокруг Солнца — по сравнению с ним планеты можно считать точечными объектами, их масса в тысячи раз меньше массы Солнца.

Единую теорию движения планет, то есть теорию, которая учитывала бы, так сказать, их одновременное существование, их взаимодействие, можно построить, опираясь на старую добрую ньютоновскую механику. И такая теория нас полностью устраивала бы в долокационную эпоху, когда все параметры планетных орбит и иные астрономические данные определялись со сравнительно невысокой точностью. Но вот совершенствование локационных методов, повышение их точности дало в руки астрономов качественно новый измерительный инструмент — расстояния до планет оказались возможным измерять с точностью до сотен метров. И предсказания, сделанные на основе ньютоновской механики, стали заметно расходиться с результатами измерений — релятивистские эффекты заметно превышают погрешность нынешних локационных измерений, и поэтому учитывать эти эффекты стало совершенно необходимым.

Для построения единой релятивистской теории движения планет потребовалось, во-первых, создание банка астрономических и радиотехнических измерительных данных и, во-вторых, разработка математического аппарата для автоматизированной обработки больших массивов измерений в приемлемое



Этот график построен по результатам проведенных в течение нескольких месяцев (сентябрь 1978 г. — январь 1979 г.) траекторных измерений станций «Венера-11», «Венера-12» и радиолокации Венеры. Здесь показано, насколько реально измеренные расстояния до станций и до Венеры отличаются от теоретических предсказаний. Отчетливо видно, что предсказания, которые были сделаны на основе теории, построенной с учетом радиолокационных измерений (белые значки), намного точнее, чем предсказания классической теории (черные значки), построенной на основе оптических измерений. По вертикальной оси отложено отклонение измеренных расстояний от расчетных (в км).



время. Конечно, основы банка данных были заложены еще в предшествующих работах, имелся также и большой задел алгоритмов и программ, послуживших в дальнейшем базой для создания мощных программных комплексов обработки информации. Однако сложность поставленной задачи требовала существенной доработки этих алгоритмов и программ и тщательной проверки всей используемой информации.

В банк данных вошли результаты радиолокационных наблюдений Венеры, Марса и Меркурия, выполненных в Центре дальней космической связи в Крыму, в Аресибо (Пуэрто-Рико), Голдстоуне и Хейстеке (США); оптические (угловые) измерения Солнца, Венеры, Марса и Меркурия, выполненные в Николаевской обсерватории АН СССР, Морской обсерватории (США) и Гринвичской астрономической обсерватории (Англия); а также результаты траекторных измерений станций «Венера-9,-10,-11,-12». В 1980 году в Центре дальней космической связи усовершенствованным радиолокатором с новой семидесятиметровой полноповоротной антенной («Наука и жизнь» № 3, 1982 г.) была осуществлена успешная радиолокация Венеры, Марса и Меркурия. Результаты этих измерений дополнили банк данных особо ценной и точной информацией, прежде всего по Меркурию и Марсу. В целом собранная информация содержала свыше 13 000 результатов наблюдений в интервале с 1960 по 1980 год.

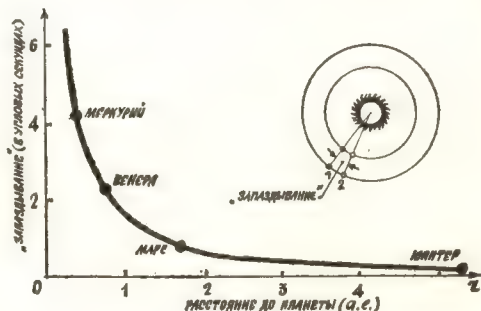
При создании математического аппарата для построения теории пришлось решить такие задачи: разработать точный и быстрый действующий метод численного интегрирования дифференциальных уравнений движения планет; создать эффективные программы привязки астрономических измерений к определенным системам координат и единой

шкале времени; разработать методы совместной обработки больших массивов измерительной информации — радиолокационной, оптической, траекторной. В результате решения этих задач были созданы программно-алгоритмические комплексы, предназначенные для построения высокоточных теорий движения планет по данным наблюдений.

Чтобы пояснить, «как это делается», заметим — для того, чтобы одновременно учесть движение и взаимное влияние 8 планет и Луны, нужно решить систему дифференциальных уравнений 54-го порядка. При этом разработанный метод позволяет вычислить местоположение Меркурия на 20 лет вперед с точностью до 10 метров, а остальных планет — с точностью до метра! При использовании ЭВМ с производительностью примерно 1 миллион операций в секунду для полного решения задачи, то есть, по сути, для построения теории, требуется всего 4—6 часов машинного времени.

В рамках единой релятивистской теории движения внутренних планет — Меркурия, Венеры, Земли и Марса — были определены

Если, опираясь на высокоточные радиолокационные измерения, строить теорию движения планет на основе ньютоновской механики, то предсказанное местонахождение планеты будет «запаздывать» по отношению к реальности. На графике показано, как зависит от расстояния от Солнца до планеты угол орбитального «запаздывания» за 100 лет для пары планет (одна из них Земля). Местоположение планет может быть предсказано практически безошибочно, если при построении теории учесть релятивистские эффекты, связанные с влиянием большой массы Солнца.



28 параметров: 6 элементов орбиты каждой планеты, радиусы Меркурия, Венеры и Марса, а также астрономическая единица. Как и ожидалось, теория хорошо согласуется с измерениями, которые использовались для ее построения: с учетом поправок, учитывающих рельеф планет, расхождения между расчетными и опытными данными находятся в пределах ошибок измерений. Так, для радиолокационных наблюдений планет, выполненных начиная с 1970 года, это расхождение для Венеры оказалось порядка 0,5 км, для Марса — 1 км, для Меркурия — 2 км.

Попытки использования ньютоновой механики для решения той же задачи, то есть для совместного определения элементов орбит Меркурия, Венеры, Земли и Марса, не привели к успеху. Так, в частности, расчеты расстояний до Меркурия отличались от точных радиолокационных измерений на 400 км, до Венеры — на 8 км, до Марса — на 12 км.

Хорошее совпадение опытных и расчетных данных при использовании релятивистской модели стало еще одним экспериментальным подтверждением общей теории относительности, причем подтверждением, так сказать, глобального, общего характера. Здесь в пользу ОТО свидетельствует не эксперимент с каким-либо единичным объектом, а многолетнее наблюдение сложной системы движущихся тел. Эта сложная астрономическая система просто не может быть достаточно точно описана без использования теории относительности.

Кстати, анализ локационных измерений подтвердил теоретически предсказанный профессором М. Д. Кисликом интересный эффект, который никак не может быть объяснен с позиций ньютоновской механики и, наоборот, прекрасно укладывается в теоретическую модель, построенную на основе ОТО. Если без учета теории относительности определить радиолокационными методами местонахождение планет на их орбитах и рассчитать, где они будут, например, через 20 лет, то окажется, что планеты как бы синхронно отстают, одновременно запаздывают в своем орбитальном движении —

они движутся медленнее, чем следует из расчетов, опирающихся на классический закон тяготения. Такое запаздывание (по отношению к предсказаниям) становится объяснимым, а правильнее сказать, неизбежным, если учесть релятивистские эффекты, в частности все то же искривление пространства-времени под действием солнечной массы, замедление времени в гравитационном поле Солнца. Представить себе эти процессы не просто, но трудности в понимании эффектов теории относительности никак не могут повлиять на справедливость подтверждающих ее экспериментальных фактов, в том числе достоверно обнаруженного синхронного «замедления» планет Солнечной системы.

Несколько слов о количественной стороне дела. Проявляющийся при использовании локационных измерений орбитальный «уход» за 100 лет  $\Delta U^{(100)}$ , одинаковый для Земли и какой-либо планеты, зависит от отношения радиусов орбит этой планеты и Земли. Для пары Земля — Венера «запаздывание» за сто лет составит —2,39 угловой секунды. Эта теоретически предсказанная величина релятивистского эффекта выявилась экспериментально для пары планет Земля — Венера с точностью порядка 0,1%.

Радиолокация Венеры, Меркурия и Марса, проводившаяся с декабря 1981 по июнь 1982 года в Крыму, в Центре дальней космической связи, еще раз подтвердила высокую точность единой релятивистской теории движения внутренних планет. Рассогласования между предсказанными теорией и измеренными значениями дальности не превысили для Венеры — 1,2 км, для Меркурия — 5 км, для Марса — 3 км.

Построенная на основе последних достижений радиолокационной наблюдательной астрономии, вычислительной техники и математических методов единая релятивистская теория движения внутренних планет в десятки и даже сотни раз превосходит по точности соответствующие классические аналоги.

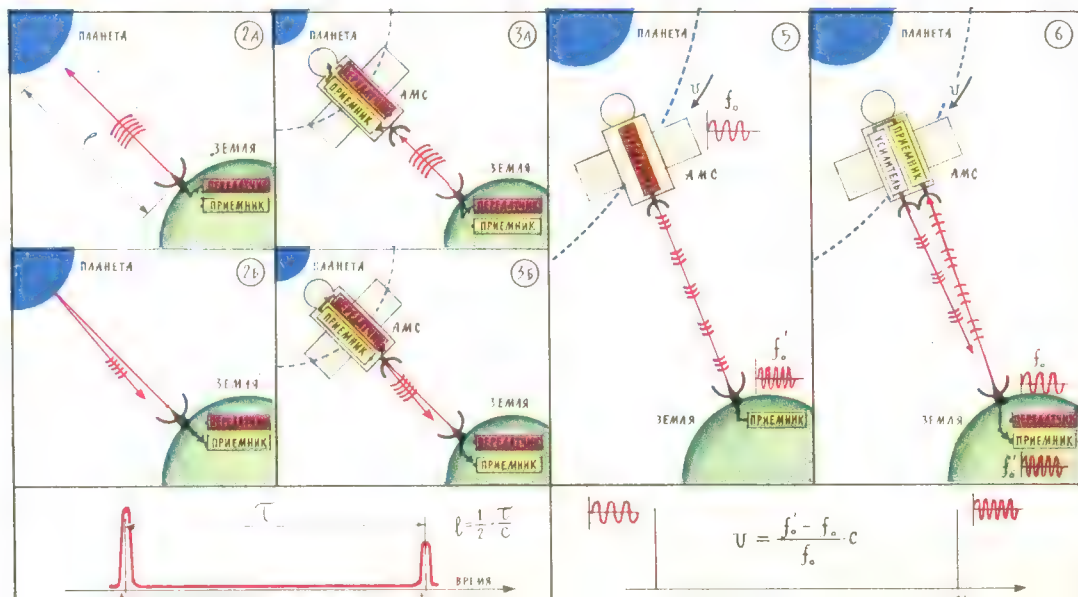
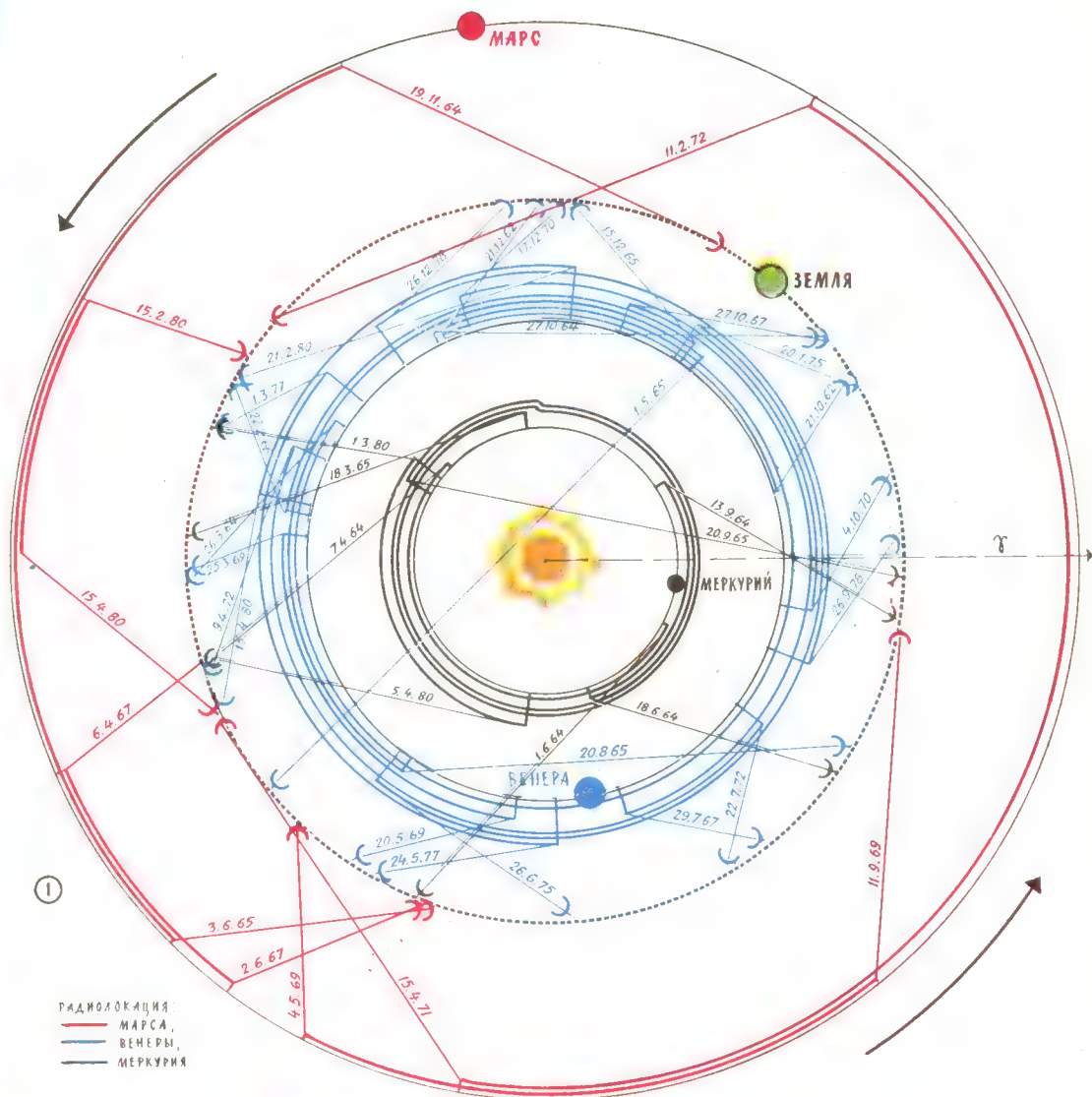
На верхнем рисунке (1) отмечены участки орбит Меркурия, Венеры и Марса, на которых проводились высокоточные радиолокационные измерения расстояний, использованные в дальнейшем для построения релятивистской теории движения планет.

Рисунки 2—4 иллюстрируют принцип радиолокационных измерений расстояния до планеты (2) и до меж-

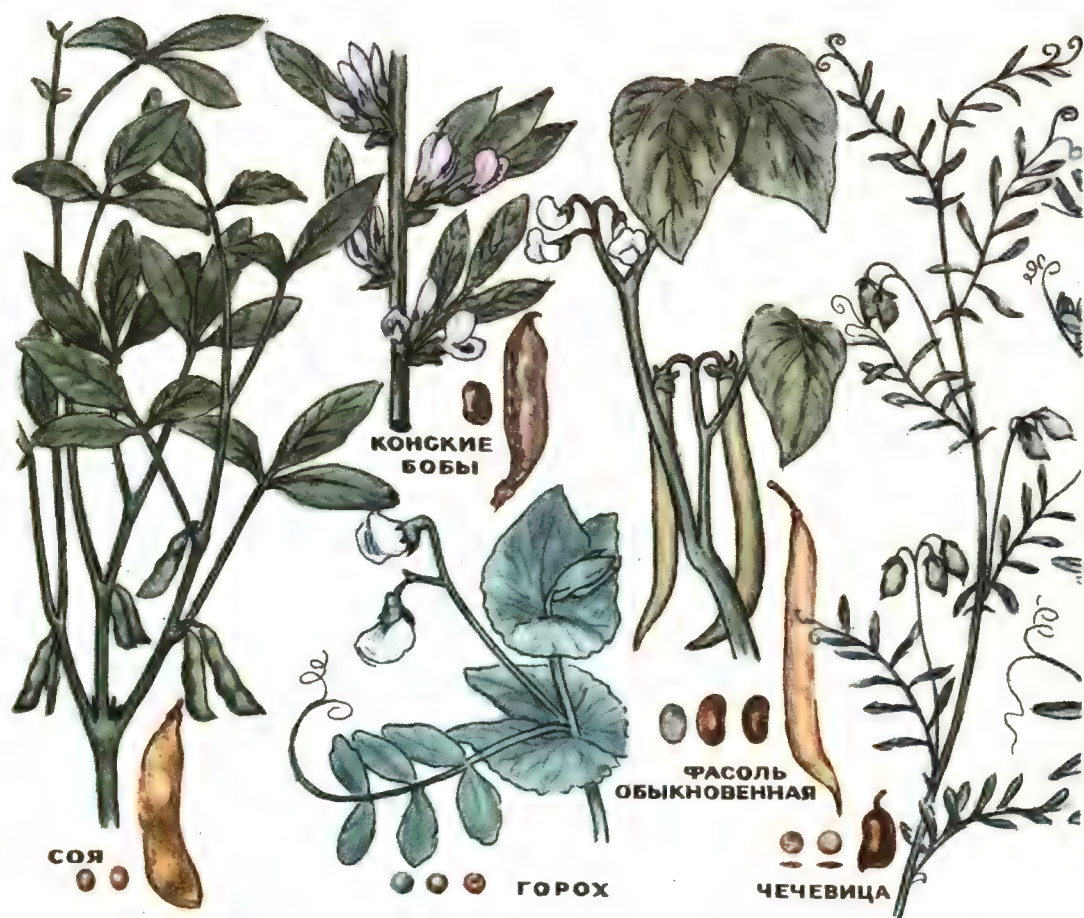
планетной станции с помощью ее активного ответчика-радиопередатчика, который излучает мощный «отраженный» сигнал в ответ на принятый сигнал наземного локатора (3). Рисунки 5—7 иллюстрируют принцип измерения скорости космического аппарата путем регистрации доплеровского изменения частоты. В одном случае (4) частота принятого сигнала  $f_0'$  сравнивается с действитель-

ной частотой передатчика  $f_0$ , которая может быть измерена до запуска станции и хранится в «памяти» локатора. Более точные результаты дает так называемый когерентный режим (5), когда бортовая аппаратура лишь усиливает и переизлучает на Землю сигнал наземного передатчика, частота которого всегда контролируется с высокой точностью.





# ПАЛ И Т Р А Б О Б



ЗЕРНОБОВОВЫЕ КУЛЬТУРЫ ▲

ТРАВЫ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ ▼





# О В Ы Х

(см. статью  
на стр. 62)

Расположение клубеньков азотных  
бактерий на корнях бобовых расте-  
ний



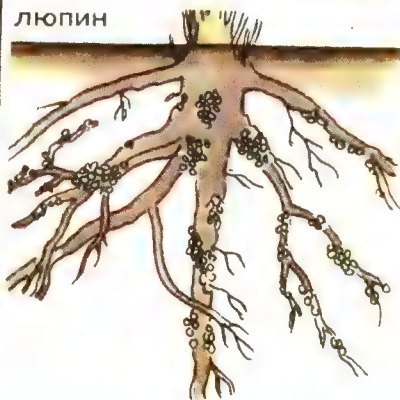
КЛЕВЕР ПОЛЗУЧИЙ



ГОРОШЕК ЧЕТЫРЕХСЕМЯННЫЙ



ЛЮПИН



ГОРОШЕК ВОЛОСИСТЫЙ

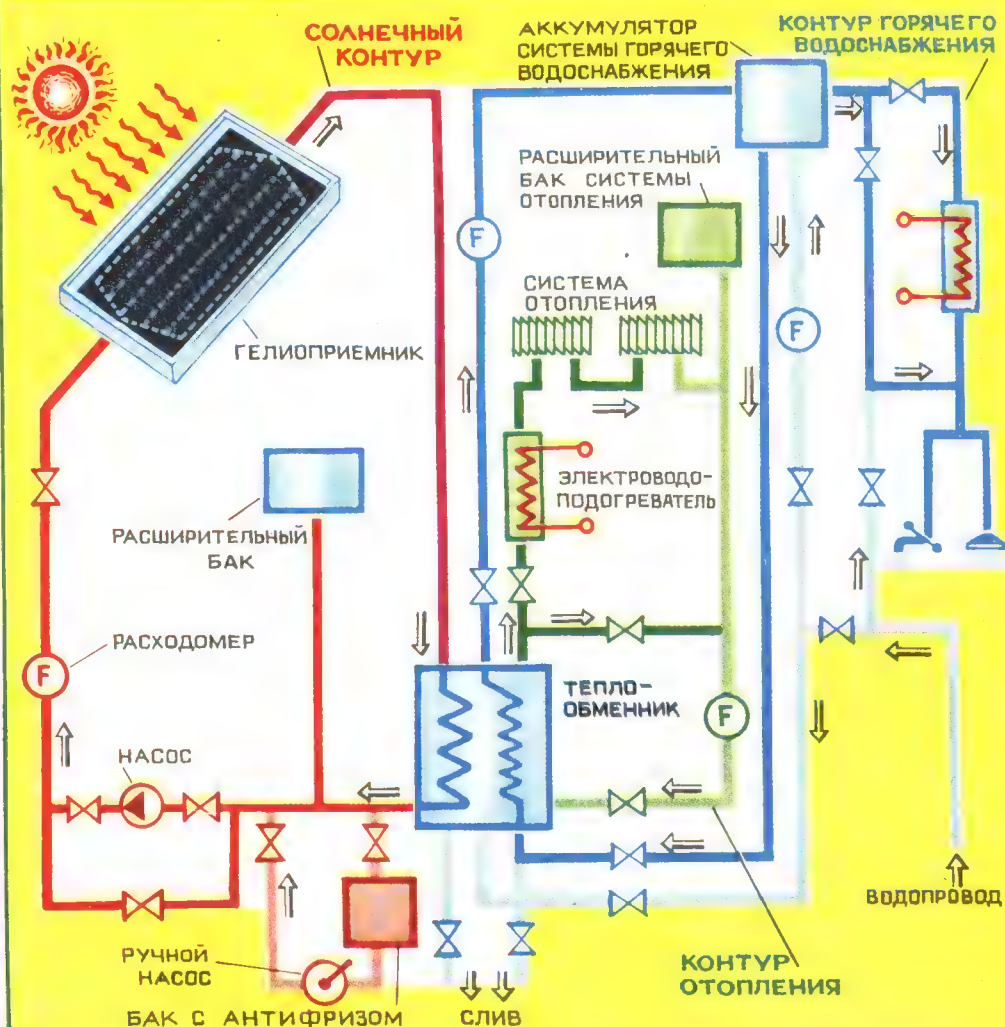


ЧИНА КЛУБНЕНОСНАЯ





Отопляемая площадь дома, м <sup>2</sup>	—	94
Расход тепла, ккал/ч на отопление	—	9935
на горячее водоснабжение	—	8250
Площадь солнечного коллектора, м <sup>2</sup>	—	0,7
Площадь гелиоприемника, м <sup>2</sup>	—	57,6
Объем бака-теплообменника, м <sup>3</sup>	—	2,5
Солнечная радиация покрывает потребность в тепле, %	—	54
на отопление	—	82
на горячее водоснабжение	—	70
Экономия топлива, %	—	





# «СОЛНЕЧНЫЙ» ДОМ

Инженеры С. ВАЙНШТЕЙН, О. ПОПЕЛЬ  
(Институт высоких температур АН СССР) и  
кандидат экономических наук А. ГАДЖИЕВ  
(Госплан ДАССР).

В последние годы в нашей стране развернут довольно широкий фронт исследований по проблеме использования солнечной энергии. Работы ведутся в соответствии с комплексной программой Государственного комитета СССР по науке и технике. Экономически в настоящее время наиболее перспективно получение за счет солнечной энергии низкопотенциального тепла (до 100°C) для отопления, горячего водоснабжения, низкотемпературных технологических процессов, в частности в сельском хозяйстве.

Разработкой таких солнечных установок и систем занимается ряд организаций, в том числе и Институт высоких температур АН СССР (ИВТАН). Работая в тесном контакте с Госпланом Дагестанской АССР, институт приступил к созданию в Дагестане научного полигона «Солнце». Это будет крупная исследовательская база по подготовке к внедрению в народное хозяйство солнечных тепловых установок.

Госплан Дагестанской АССР включил в план этой пятилетки использование систем солнечного теплоснабжения, в частности при строительстве домов в поселке гидростроителей Ирганайской ГЭС, а также в некоторых районных центрах республики.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. В селении Верхний Гуниб построен экспериментальный жилой дом, который отапливается и обеспечивается горячей водой за счет энергии Солнца. Этот «солнечный» дом ИВТАН разработал совместно с институтами Дагестангражданпроект и ЦНИИЭП инженерного оборудования.

Система теплоснабжения дома состоит из трех контуров: солнечного, отопительного и горячего водоснабжения (см. цветную вставку слева). Имеются также резервные источники тепла — электроводоподогреватели. Они включаются, когда вода недостаточно нагрета за счет солнечной радиации, и рассчитаны так, что могут обеспечить дом теплом при отключении солнечного контура.

В солнечном контуре циркулирует теплоноситель, который, проходя через гелиоприемник, нагревается за счет солнечной радиации. Теплоносителем служит вода, а в холодное время — антифриз (смесь этиленгликоля с водой), что позволяет использовать установку круглый год. Солнечный контур заполняется антифризом с помощью ручного насоса; вода в контуры поступает из водопровода.

Гелиоприемник — это набор солнечных коллекторов. Каждый такой коллектор представляет собой хорошо теплоизолиро-

ванный ящик, в котором находится нагреваемая солнечными лучами алюминиевая панель. Для наибольшего поглощения солнечной радиации панель сверху окрашена в черный цвет. Двойная стеклянная рама, закрывающая ящик сверху, пропускает солнечные лучи, но задерживает инфракрасное излучение от нагретой панели. Гелиоприемник смонтирован неподвижно на южном скате крыши дома с углом наклона в 60°, что обеспечивает в зимнее время наиболее эффективное использование солнечной радиации для отопления.

В баке-теплообменнике теплоноситель отдает накопленное тепло воде, заполняющей бак и поступающей в отопительный контур, и воде контура горячего водоснабжения. Циркуляция воды в этих контурах естественная. Бак-теплообменник служит одновременно и аккумулятором тепла. Его объем выбран из расчета покрытия суточной потребности дома в тепле, когда не действует солнечный контур.

Система солнечного теплоснабжения дома может работать в нескольких режимах.

Прежде всего это основной режим: солнечная радиация достаточна и есть необходимость в отоплении и горячей воде.

Возможны случаи, когда солнечной радиации хватает для работы системы, но необходимости в отоплении нет. Тогда бак-аккумулятор, расположенный на чердаке дома, наполняется из водопровода. Вода, нагретая в трубах теплообменника, поднимается по трубопроводу и поступает в верхнюю часть бака-аккумулятора, вытесняя при этом в теплообменник более холодную воду из нижних слоев. Разбор горячей воды идет из верхней части бака-аккумулятора; одновременно снизу в него поступает вода из водопровода.

Может случиться так, что солнечная радиация практически отсутствует, а необходимость в отоплении есть. Тогда солнечный контур выключится и отопительный контур будет работать либо на энергии, запасенной в баке-теплообменнике, либо с электроводоподогревателем.

За работой установки солнечного теплоснабжения следит автоматическая система управления. Она получает сигналы от датчиков температуры, установленных в различных местах контуров. Если из-за изменившейся погоды температура теплоносителя станет ниже, чем температура воды в баке-теплообменнике, автоматически будет отключен насос, прокачивающий теплоноситель по солнечному контуру; при уменьшении температуры воды в теплообменнике ниже заданной насос снова включится. Автоматика следит и за температурой в доме. Если она упадет ниже 18°C, то начнет работать электроводоподогреватель, который отключится при температуре воздуха выше 20°C.

Проведенные весной и летом этого года эксперименты подтвердили полную работоспособность системы солнечного теплоснабжения дома. Опыт ее эксплуатации будет учтен при подготовке рекомендаций по внедрению таких установок в сельское жилищное строительство.





## РАДИОФИЦИРОВАННЫЕ КРОКОДИЛЫ

Гангский гавиал водится в Инде, Ганге, Брамапутре и их притоках. Сейчас осталось всего около 250 животных этого вида — примерно 20 в Пакистане, 130 — в Индии и около ста — в Непале.

Интернациональная группа ученых основала в Непале с целью сохранения этого редкого вида небольшую ферму по разведению гавиалов. Годовалых крокодильчиков с фермы выпускают в реку Нараяни. Чтобы проследить за питомцами, часть из них метят миниатюрными радиомаяками, а затем пеленгуют сигналы этих маяков. Установлено, что гавиалы не склонны к дальним путешествиям и остаются жить обычно в радиусе пяти, максимум семи километров от того места, где их выпустили. Разведение идет успешно, и предполагают, что скоро можно будет вычеркнуть гавиала из Красной книги.



НАУКА И ЖИЗНЬ

**ФОТОБЛОКНОТ**

Вести из экспедиций



# БУДУТ ЛИ ОТКРЫТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ БОЗОНЫ?

Более ста лет назад удалось выяснить, что независимые, как казалось, электричество и магнетизм имеют единую природу, являются лишь частными проявлениями единых электромагнитных процессов. Сейчас физики пытаются сделать следующий шаг — они стремятся экспериментально выявить единство электромагнитных и слабых взаимодействий, сооружая для этого гигантские экспериментальные установки, где будут сталкиваться протоны с антипротонами сверхвысоких энергий.

Крупнейшим достижением естествознания прошлого века стало объединение в общей теоретической картине электрических и магнитных процессов — создание теории электромагнетизма. Наряду с большой практической ценностью это событие во многом определило дальнейшее развитие теоретической физики. В последние десятилетия все более популярной становится идея еще более крупного объединения, она опирается на представление о возможной единой природе всех известных взаимодействий элементарных частиц — сильных, слабых, электромагнитных и гравитационных. Сравнительно недавно попытки найти такое «великое объединение» отмечены важным шагом вперед — создана единая теория электромагнитных и слабых взаимодействий. За разработку этой теории — ее называют теорией электрослабых взаимодействий или электрослабой теорией — в 1979 году были удостоены Нобелевской премии Стивен Вайнберг, Абдус Салам и Шелдон Глэшоу.

Единая теория электрослабых взаимодействий имеет ряд косвенных экспериментальных подтверждений. Однако прямым ее подтверждением может стать открытие так называемых промежуточных векторных бозонов. Дело в том, что, согласно современным представлениям, все взаимодействия обусловлены промежуточными частицами: ими обмениваются, так сказать, основные взаимодействующие частицы. Именно обменные промежуточными частицами и представляют собой акты взаимодействия. И сам смысл слова «промежуточные» в данном случае связан с местонахождением частиц, переносящих взаимодействие, — они все время как бы находятся между взаимодействующими объектами, все время своей жизни на пути от одного к другому.

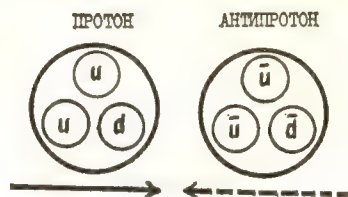
Промежуточные частицы электромагнитных взаимодействий — это кванты света: фотоны. В единой теории электрослабых взаимодействий наряду с фотонами вводятся три дополнительные частицы — положительно заряженный бозон  $W^+$ , отрицательно заряженный бозон  $W^-$  и нейтральный бозон  $Z^0$ ; чаще пишут просто  $Z$ -бозон. Эти три частицы, так же как и фотоны, обладают спином (внутренним моментом количества движения), равным 1, и поэтому называются векторными. Термином «бозон» обозначаются частицы, имеющие целый спин. Теория предсказывает значения масс промежуточных векторных бозонов, причем в отличие

от фотона с его нулевой массой покоя  $W^+$ ,  $W^-$  и  $Z^0$ -бозоны должны быть очень тяжелыми: масса  $W^+$  и  $W^-$  бозонов предсказывается порядка 80 ГэВ (гигаэлектрон-вольт,  $10^9$  эВ)  $Z^0$ -бозона — 90 ГэВ. Напомним, что протон имеет массу около 1 ГэВ. (В силу эквивалентности массы и энергии обе эти величины удобно измерять в одних и тех же единицах — электрон-вольтах, эВ.)

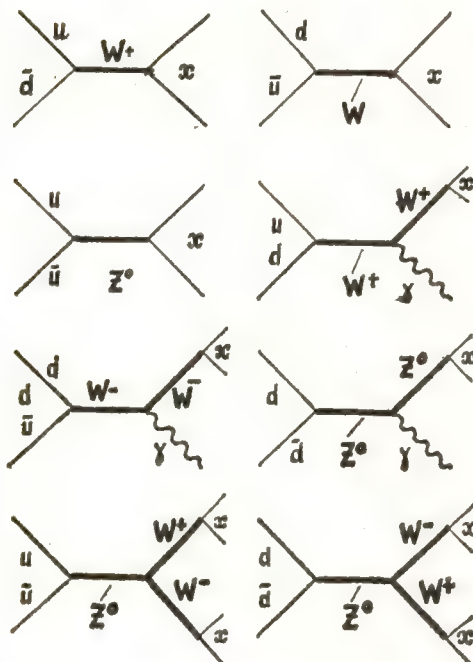
Физики уже давно научились находить новые для них частицы, сталкивая другие частицы на ускорителях. При этом масса рождающихся новых частиц определяется суммарной энергией сталкивающихся первичных частиц, но никогда не может быть больше ее. К сожалению, промежуточные векторные бозоны не могут быть рождены на самых мощных из существующих ускорителей, хотя энергия ускоренных в этих машинах частиц (350—400 ГэВ) превышает ожидаемую массу промежуточных бозонов в несколько раз. Дело в том, что на таких ускорителях пучок протонов разгоняется до максимальной возможной энергии и затем направляется на покоящуюся мишень. При столкновении частицы из пучка с частицей мишени большая часть энергии превращается в кинетическую энергию движения частиц и лишь малая доля тратится на образование новых частиц. Сегодня единственную возможность наблюдать промежуточные векторные бозоны дает ускоритель на встречных пучках, в нем вся энергия сталкивающихся частиц может быть затрачена на рождение новых частиц.

К тому времени, когда появилась теория электрослабых взаимодействий, во многих лабораториях уже работали ускорители с встречными пучками электронов и позитронов. Достоинство таких электрон-позитронных машин — возможность ускорять в одном и том же кольце движущиеся навстречу друг другу частицы и античастицы, так как их электрические заряды противоположны. Но, с другой стороны, электроны и позитроны — частицы очень легкие (в две тысячи раз легче протонов), они быстро теряют сообщаемую им в процессе ускорения энергию на синхротронное излучение. В связи с этим казалось невозможным построить электрон-позитронную машину на энергию, достаточную для рождения промежуточных бозонов (сейчас уже видятся пути решения этой за-

● НАУКА. ДАЛЬНИЙ ПОИСК



Так можно представить себе рождение промежуточных бозонов, исходя из кварковой модели протона и антипротона. При столкновении и «развале» этих частиц входящие в их состав кварки и антикварки аннигилируют с образованием  $W^+$ ,  $W^-$  или  $Z^0$  бозона. Эти бозоны за чрезвычайно короткий промежуток времени ( $10^{-20}$  сек.) распадаются на лептоны или адроны (продукты распада обозначены буквой «х»), которые и попадают в детектор.



дачи) и для таких экспериментов планировалась встречная протон-протонная машина, где для организации столкновения протонов нужны два отдельных ускорительных кольца. Первый протон-протонный ускоритель такого типа, видимо, начнет работать не раньше середины 80-х годов.

В 1976 году Д. Клайн и К. Руббинс вместе с П. М. Мак Интайером занялись совсем иной возможностью. Они предложили вместо строительства совершенно нового ускорителя на встречных пучках превратить существующий протонный ускоритель с фиксированной мишенью в протон-антипротонный ускоритель, где антипротоны ускоряются в том же кольце, что и протоны. Предложение было принято, и после рассмотрения проблем, связанных с осуществлением этого проекта, было решено создать протон-антипротонные пучки на базе двух самых больших в мире протонных ускорителей: Суперпротонного Синхротрона ЦЕРН\* (СПС), начавшего работу в 1976 году с максимальной энергией протонов 400 ГэВ, и усовершенствованного ускорителя ФНАЛ\*\*

\* ЦЕРН — Европейский центр ядерных исследований (вблизи Женевы).

\*\* ФНАЛ — Национальная лаборатория ускорителей им. Энрико Ферми (недалеко от Чикаго).

на 1000 ГэВ, строительство которого тогда еще только планировалось.

Во многих отношениях было легче осуществить черновскую версию, и она была завершена летом 1981 года под руководством Роя Биллинга и Ван дер Меера. Первые протон-антипротонные столкновения с энергией 270 ГэВ на пучок (такая энергия и планировалась) были зафиксированы в июле. К концу декабря, когда машина была остановлена на рождественские каникулы, было зафиксировано 250 000 подобных столкновений. Однако вероятность образования промежуточных бозонов очень мала, и неудивительно, что пока они не обнаружены. Ожидается, что в следующем цикле экспериментов интенсивность пучков, а значит и число соударений на порядок увеличатся, и ситуация в корне изменится.

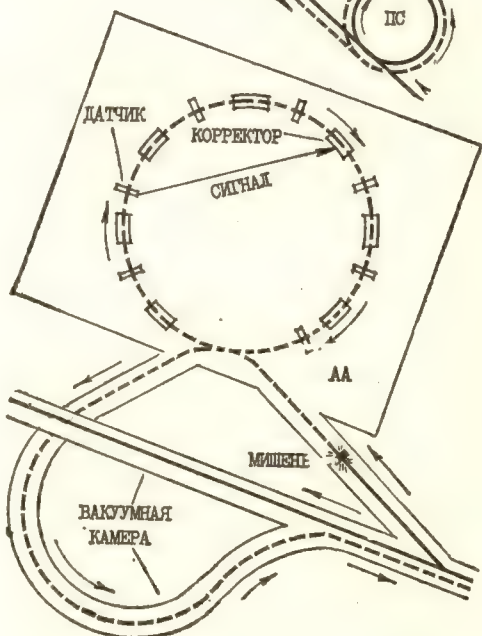
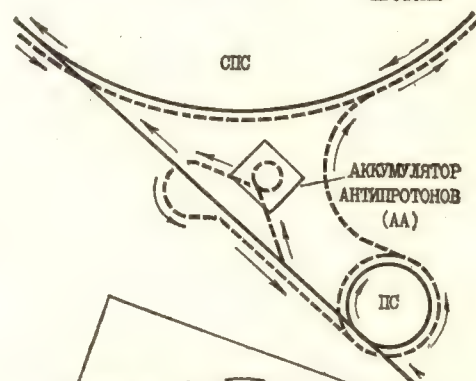
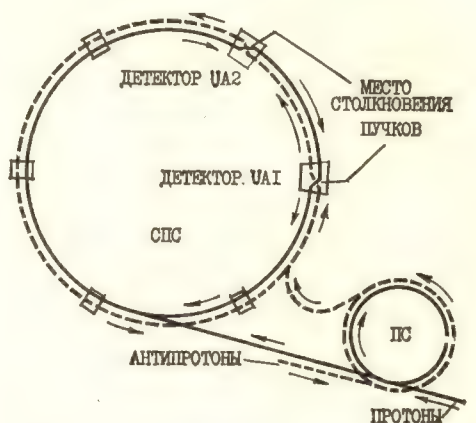
Большая протон-антипротонная машина ФНАЛ до сих пор находится в стадии конструирования и ее ввод в строй планируется на 1985 год. Пучок протонов будет ускоряться в ней до энергии 1000 ГэВ = 1 ТэВ (тераэлектрон-вольт,  $10^{12}$  эВ), и поэтому она была названа Тэватроном. При работе в режиме протон-антипротонных пучков суммарная энергия будет равна 12 ТэВ, в то время как в ЦЕРНе она равна 540 ГэВ = 0,54 ТэВ. Тэватрон будет первым большим ускорителем на сверхпроводящих магнитах.

Что нужно для того, чтобы получить пучки протонов и антипротонов, движущиеся навстречу друг другу в кольце ускорителя? Для этого нужно как минимум иметь достаточное количество антипротонов, а их в природе нет (во всяком случае, в земных условиях), и потому приходится искусственно создавать в ядерных столкновениях при очень высоких энергиях. Задача эта непростая. Пучок протонов достаточно высокой энергии направляется на металлическую мишень, и образующиеся в результате столкновений антипротоны собираются магнитным полем в специальное кольцо — АА, Аккумулятор Антипротонов. Этот процесс чрезвычайно малоэффективен; в среднем на один миллион падающих протонов рождается один медленный антипротон. Для того, чтобы иметь достаточное число столкновений в протон-антипротонных кольцах, в пучке антипротонов (так же, как и протонов) должно быть не меньше 100 миллионов частиц, частицы эти нужно «производить» с запасом и на аккумулятирование нескольких сотен миллионов антипротонов (необходимых для эксперимента) тратится около 24 часов.

Но создание достаточного количества античастиц не исчерпывает всей проблемы. Сгусток антипротонов можно рассматри-



Схема антипротонного комплекса ЦЕРНа. Протоны (сплошная линия) ускоряются в Протонном Синхротроне ПС до энергии 26 ГэВ, а затем направляются на металлическую мишень (фольга). В мишени образуются антипротоны (пунктирная линия), которые переводятся в Антипротонный Аккумулятор АА. После того, как в АА накопится достаточное количество антипротонов, они вводятся в ПС, где их энергию поднимают до 26 ГэВ. Затем антипротоны вводятся в кольцо суперпротонного синхротрона СПС, где уже имеется пучок протонов с энергией 26 ГэВ. Наконец, пучки ускоряются в СПС до 270 ГэВ каждый и сталкиваются в двух точках главного кольца СПС, где расположены детекторы.



вать как газ, причем скорости хаотического движения частиц этого газа определяют его температуру. Если температура слишком велика, антипротоны будут ударяться о стенки ускорителя и пучок быстро рассеется. Реальная ситуация такова, что нужен способ «охлаждения» антипротонного пучка, (то есть уменьшения хаотического движения антипротонов) с тем, чтобы сделать его как можно более концентрированным перед началом ускорения. Один из возможных способов охлаждения пучка, так называемое электронное охлаждение, был предложен более 10 лет назад в Новосибирском институте ядерной физики академиком Г. И. Будкером (см. «Наука и жизнь» № 2, 1973 г.). Этот метод основан на смешивании пучка «горячих» антипротонов с пучком «холодных» электронов, в результате чего часть энергии хаотического движения антипротонов передается электронам. Многократное пропускание антипротонного пучка через холодные облака электронного газа может значительно охладить антипротоны, если начальная температура антипротонов была не слишком высока. Однако в черновом проекте образующиеся антипротоны имеют слишком большой разброс по импульсам, и схема электронного охлаждения не может быть применена. Вместе с тем электронное охлаждение продолжает изучаться и, возможно, будет использовано в проекте ФНАЛ.

Другой метод — стохастическое охлаждение, — более приспособленный к требованиям протон-антипротонного проекта ЦЕРН, был предложен в 1968 году Ван дер Meerом. В нем используется чувствительный датчик, расположенный в одной из секций накопительного кольца, и измеряющий среднее отклонение частиц от идеальной орбиты. Так создается корректирующий сигнал, передающийся корректору — устройству, которое формирует в своей секции кольца электрическое поле, необходимое для возвращения антипротонного сгустка на идеальную орбиту. Хотя антипротоны движутся со скоростью, близкой к скорости света, корректирующий сигнал успевает вовремя, так как движется по более короткому пути — по хорде накопительного кольца.

Оба метода охлаждения были в течение нескольких последних лет успешно проверены в Новосибирске, ЦЕРНе и ФНАЛе. Результатом этой проверки явилась уверен-



Детектор UA2 в экспериментальном зале на глубине 20 м под землей. На фотографии детектор расположен в месте встречи пучков протонов и антипротонов, но его можно передвинуть, если это необходимо для проведения ремонтных или наладочных работ.

ность: антипротонные системы ЦЕРНа и ФНАЛа будут успешно работать, напоминая, что охлаждение пучков становится составной частью современной ускорительной техники.

В эксперименте ЦЕРНа частицы проходят через целую последовательность взаимосвязанных ускорительных устройств. Сначала пучок протонов ускоряется до энергии 26 ГэВ в Протонном Синхротроне (ПС), первом ускорителе ЦЕРНа, который был запущен в 1959 году. Затем протоны направляются на медную мишень, в которой рождается много различных частиц, и среди них немного антипротонов с энергией 3,5 ГэВ, которые собираются в накопительном кольце — Аккумуляторе Антипротонов АА. Здесь антипротоны предварительно охлаждаются стохастическим методом и затем переводятся на орбиту чуть меньшего радиуса, где омешиваются с ранее введенными антипротонами и подвергаются дальнейшему охлаждению. После того, как набирается несколько сотен миллионов антипротонов, они переводятся в кольцо ПС, где ускоряются до 26 ГэВ перед впрыскиванием в СПС. Протоны с энергией 26 ГэВ из кольца ПС также вводятся в кольцо СПС. Вращающиеся в противоположные стороны пучки ускоряются до энергии 270 ГэВ каждый, двигаясь внутри кольца СПС по довольно близко расположенным круговым орбитам. Эти орбиты имеют две точки пересечения (здесь и сталкиваются протоны с антипротонами), в которых расположены большие детекторы элементарных частиц. Практически столкновения протона с антипротоном происходят столь редко, что за те несколько часов, в течение которых удается удерживать пучки на орбитах, сталкивается и аннигилирует лишь небольшая доля частиц.

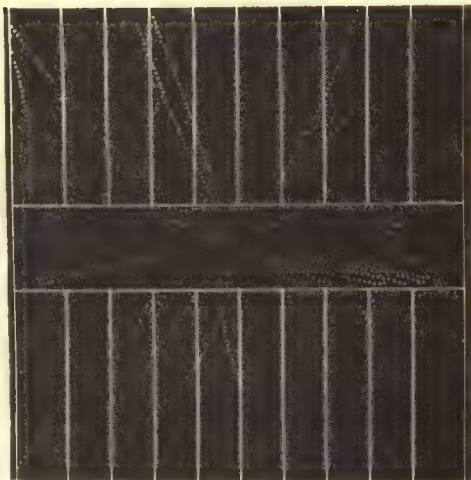
Планы ФНАЛа требуют более мощного источника антипротонов, чем используемый в ЦЕРНе, и поэтому для рождения антипротонов здесь будут использоваться протоны более высокой энергии. В настоящее время рассматривается несколько возможных схем «генератора антипротонов». В одной из них используется комбинация стохастического и электронного охлаждения и предполагается аккумулировать 100 миллионов антипротонов менее чем за час. Антипротоны будут затем вводиться в кольцо Тэватрона, ускоряться до 1000 ГэВ и сталкиваться с протонами такой же энергии в двух экспериментальных зонах.

В соответствии с теорией электрослабого взаимодействия промежуточные векторные бозоны могут образовываться в протон-антипротонных столкновениях в процессе аннигиляции кварка из протона с антикварком из антипротона. Считается, что протон состоит из трех кварков и антипротон из трех антикварков (см. «Наука и жизнь» № 5 и № 9, 1981 г.). И когда эти «детали» разрушившихся протона и антипротона сближаются, когда кварк столкнется с антикварком, то они могут аннигилировать, образуя новые частицы, в том числе промежуточные векторные бозоны. Иногда может появиться один векторный бозон (в сопровождении частиц другого сорта), иногда — пара.

Число  $W^+$ ,  $W^-$  и  $Z^0$ -бозонов, рождаемых в протон-антипротонных столкновениях, определяется экспериментальным параметром, называемым светимостью — числом частиц, проходящих за секунду через квадратный сантиметр области взаимодействия. Планировавшаяся светимость машины ЦЕРНа при инжекции 600 миллионов антипротонов в пучке равнялась  $10^{30}$  частиц на сантиметр квадратный за секунду. При том же количестве антипротонов в пучке во ФНАЛе должна быть достигнута светимость  $4 \cdot 10^{30}$  (благодаря большей энергии и, следовательно, меньшему размеру пучка). При таких светимостях должно рождаться достаточно большое число  $W^-$  и  $Z$ -бозонов, должно происходить до тысячи событий в день (событиями принято называть нужную физикам реакцию, в данном случае — рождение бозона). Как раз перед остановкой черновской машины в декабре была достигнута светимость  $10^{28}$  частиц на сантиметр квадратный за секунду, близкая к той, которая позволяет зафиксировать редкие рождения промежуточных бозонов. Первые опыты с черновским коллайдером (от collision — столкновение; так называют всю черновскую систему встречных протон-антипротонных пучков) показали, что при достаточном количестве антипротонов светимость может быть поднята до  $10^{31}$  и даже выше. Этого уже должно хватить, чтобы  $W^-$  и  $Z$ -бозоны рождались в достаточно боль-



Фотография одного из 250 000 столкновений протона и антипротона, зарегистрированных на наллайдере в ЦЕРНе в конце прошлого года. Снимок сделан с дисплея компьютера. Треки заряженных частиц искривляются магнитным полем детектора UA1.



ших количествах и можно было бы в деталях изучить особенности этих частиц, физику их поведения.

Как же можно будет обнаружить векторный бозон, рожденный в столкновении протона с антипротоном? Время жизни этих частиц ожидается весьма малым. Примерно за  $10^{-20}$  секунды они должны распадаться с образованием кварк-антикварковых или лептон-антилептонных пар (напомним, что лептонами называются частицы — электроны, мюоны, нейтрино и другие, — участвующие в слабом, но не участвующие в сильном взаимодействии). Заряженные лептоны — электроны и мюоны могут быть обнаружены различными способами. Задача в том, чтобы выявить выход заряженных лептонов, выявить количество этих частиц и сравнить его с предсказаниями теории электрослабых взаимодействий. Совпадение как раз и будет свидетельствовать в пользу теории, а значит, в пользу того, что процесс шел через стадию образования W- и Z-бозонов.

Безошибочным индикатором существования промежуточных векторных бозонов будет заметная асимметрия в рождении лептонов, движущихся в направлении пучка антипротонов и в противоположную сторону. Для лептонов, рождающихся в сильных или электромагнитных взаимодействиях, такой асимметрии нет. А вот в соответствии с теорией электрослабых взаимодействий при распадах промежуточных бозонов положительно заряженные лептоны летят преимущественно вперед, отрицательно заряженные — назад. И именно поэтому ожидаемая лептонная асимметрия будет однозначно свидетельствовать в пользу экспериментального обнаружения промежуточных бозонов.

Для поиска продуктов распада промежуточных векторных бозонов создается несколько больших детекторов частиц. Один из этих детекторов, называемый UA1, сейчас закончен и готов для экспериментов в ЦЕРНе. Это плод коллективного труда более чем 100 физиков из 11 институтов Европы и США. Длина детектора — 10 метров, ширина — 5 метров, весит он 2000 тонн. Подземное помещение, в котором находится детектор, достаточно велико, и его при необходимости можно откатить в «гараж» от места протон-антипротонной встречи. UA1 — многоцелевой детектор, способный анализировать частицы, летящие под различными углами от места встречи пучков. Он дает возможность измерять энергию образующихся частиц различными способами, в том числе и по кривизне их траектории в магнитном поле. Большой дипольный магнит создает горизонтальное магнитное поле в объеме 85 кубических метров.

Внутри магнита проходит кольцо ускорителя, которое окружено здесь тремя «дрей-

фовыми камерами». В них расположены близко натянутые проволочки, между которыми находится газ под низким давлением. Электрически заряженные частицы, проходя через камеру, ионизируют молекулы газа, образовавшиеся ионы дрейфуют к проволочкам, на которые «выскакивают» свой заряд. Картина появляющихся на проволочках зарядов позволяет восстановить траекторию частицы. Информация с дрейфовых камер поступает на компьютер, который и воспроизводит траектории обнаруженных заряженных частиц.

Три дрейфовые камеры окружены многими другими детекторами. Сразу за камерами расположен свинцовый калориметр, позволяющий измерять энергию попадающих в него электронов. Калориметр, в свою очередь, окружен слоями железных пластин, между которыми находятся сцинтилляционные счетчики. Это устройство измеряет энергию пи-мезонов и других более тяжелых частиц. Наконец, за всей этой аппаратурой расположены большие камеры, детектирующие мюоны, которые проходят как свинец, так и железные пластины.

Другой большой детектор, UA2, специально рассчитан на поиск промежуточных векторных бозонов. Магнитного поля в нем нет, однако имеется большое количество калориметров, предназначенных для измерения энергии и импульсов, появляющихся частиц. Детекторы, аналогичные UA1 и UA2, конструируются во ФНАЛе. Если промежуточные векторные бозоны существуют, то эти детекторы смогут их открыть, исследовать их свойства и таким образом подтвердить единую теорию электрослабых взаимодействий. До тех пор, пока это станет реальностью, нельзя с абсолютной уверенностью утверждать, что эта теория справедлива и что промежуточные бозоны, переносчики слабого взаимодействия, действительно существуют. Так или иначе, решающий эксперимент уже не за горами и ответ будет вскоре известен.

По материалам журнала  
«Scientific American».

## О ЧЕМ ГОВОРЯТ НАЗВАНИЯ РЕК

Выполняем просьбу читателей В. П. Набережных (г. Кременчуг) и Е. В. Сысольцева (г. Кострома), интересующихся происхождением названий некоторых рек европейской части страны.

Изучением названий водных объектов занимается наука гидронимия, в своих исследованиях опирающаяся на языкознание, историю и географию. Это источник крайне ценный. Географические названия очень устойчивы. Они сохраняются даже тогда, когда породившее их явление давно исчезло. По географическим названиям можно определить следы пребывания разных народов и племен на тех или иных территориях, установить границы их расселения. Так, например, установлено, что Верхнее Поднепровье было местом расселения балтийских племен, передвинувшихся позже на территорию современной Литвы и Латвии. Центральное Черноземье носит на себе следы иранского, угро-финского, прибалтийского, древнеславянского, тюркского и русского языковых наслоений.

Коротко о названиях рек, которые перечисляют в своих письмах читатели В. Набережных и Е. Сысольцев:

**Богана** — название происходит от славянского слова **багно**, что значит низкое, топкое место, трясина.

**Большая Алабушка** — от тюркского слова **алабуга** — охунь, охуновая речка.

**Виногробль** — от славянских слов **винник** — низина и **гробля** — ров, канава.

**Ворожба** — существует мнение, что это название идет от славянского слова **вороб** — развилка. Ворожба впадает в Псел двумя рукавами.

**Елань** — тюркское слово **алань** означает луг, пастбище.

**Жиздра** — происходит из балтийских языков — крупный песок.

**Красивая Меча** — о слове **Меча** существует много версий. Наиболее убедительно происхождение от угро-финского слова, означающего «река, текущая в крутых берегах», в удмуртском языке слово **мечь** означает крутой, обрывистый. Красивая Меча действительно имеет высокие обрывистые берега.

**Кострома** — в русских говорах **кострома** — прутья, солома, сорные травы (в частности, мятлик).

**Матыра** — от тюркского слова **матурлык** — красивая.

**Поникля** — название происходит от славянского **по-никнуть**, т. е. иссякнуть, исчезнуть под землей, уйти в землю, исчезающая речка.

**Припять** — по мнению многих исследователей, это название идет от древнеиндийского слова **ниспады** или от греческих слов **покатый**, **река**.

**Рудня** — название многих рек в Белоруссии и смежных областях РСФСР (например, в Смоленской) и на Украине. Название дано за буроватый оттенок воды в реке из-за глины или болотных руд.

**Свапа** — единого мнения

о происхождении реки нет. По мнению ряда исследователей, оно происходит от славянского слова **свеп** — дрожащий, колеблющийся. Другой вариант — от иранского **суап** — хорошая вода. Окончание — **ап** в древнеиранском языке означало вода.

**Сейм** — название возникло в глубокой древности и, видимо, подверглось значительным изменениям. Исследователи придерживаются разных точек зрения: из индоевропейской основы — светлый, из иранской — темный.

**Теребушка** — от славянского слова **тереб** — корчевать.

**Тамлык** — от тюркского **тамла**, **чамла**, т. е. сосна, что означает река, текущая через сосновый лес.

**Убля** — название связано с цветом воды в реке, от славянского **убл** — белый.

**Эсмань** — от иранского слова **асман** — камень.

Рекомендуем литературу по топонимии, из которой можно почерпнуть интересные сведения.

**В. А. Жучкевич**. Общая топонимика. Минск, 1980.

**Э. М. Мурзаев**. География в названиях. М., 1979.

**В. А. Никонов**. Краткий топонимический словарь. М., 1966.

**В. А. Прохоров**. Надпись на карте. Воронеж, 1977.

**О. Н. Трубаев**. Названия рек Правобережной Украины. М., 1968.

**А. И. Попов**. Географические названия. М.-Л., 1965.

**И. В. Сергеев**. Тайна географических названий. М., 1963.

**С. АНТОНОВА.**

## РЫБА В ЖЕЛТЫХ ОЧКАХ

Уважаемая редакция!

В «Науке и жизни» опубликована короткая заметка в разделе «Кунсткамера» (№ 10, 1981 г., стр. 39) — «Рыба в желтых очках», где описано очень интересное явление — изменение окраски роговицы некоторых рыб, обнаруженное английскими учеными.

Статья С. Эпплби и У. Манца «Затемняемые желтые роговицы у иглобрюхих рыб» мне известна. Хотелось бы отметить, что первооткрывателями этого действительно уникального свойства зрительной системы рыб были еще в 1971 году советские ученые, работавшие и активно работа-

ющие сейчас в Дальневосточном научном центре АН СССР. Исследованию механизмов этого явления посвящено более десяти статей в научной и научно-популярной литературе. А самой первой публикацией была статья «Цветные очки терпуга» (журнал «Природа», № 4, 1974 г.).

Кандидат биологических наук **С. КОНДРАШЕВ**.  
г. Владивосток.



Какой любитель мастерить не мечтает оборудовать в квартире удобное рабочее место, где бы имел возможность заняться своими делами! Однако выкроить для этого свободное пространство в современной квартире не так-то просто. Мы предлагаем идею сверхкомпактного инструментального шкафа, объединенного со складным верстаком. Благодаря малым габаритам — глубина шкафа не превышает 10 см — его можно разместить у оконного простенка в кухне, скрыв за занавеской. В рабочее состояние он приводится за считанные секунды.

Инструменты помещаются на стенке шкафа и на крышке верстака. Достаточно от-

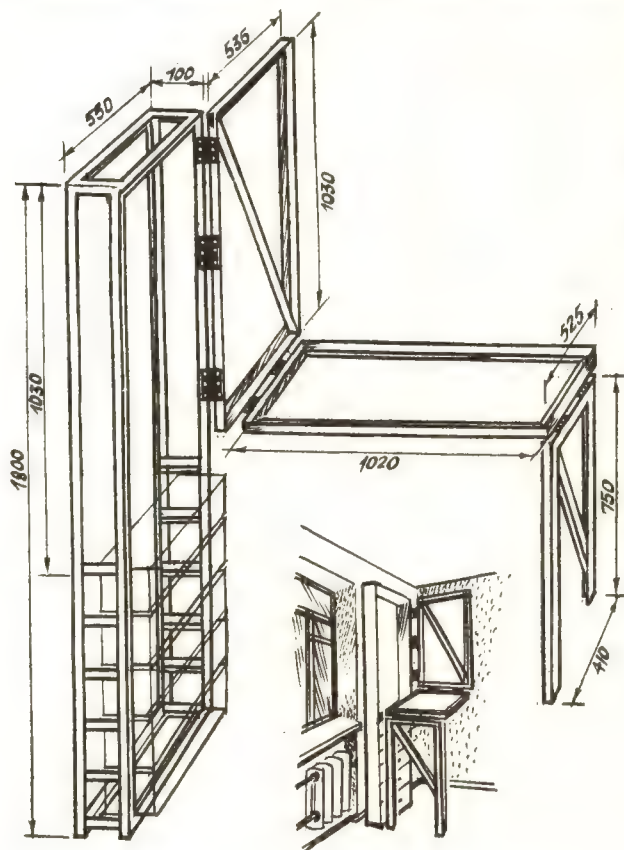
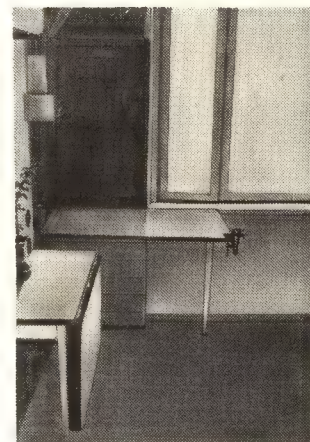
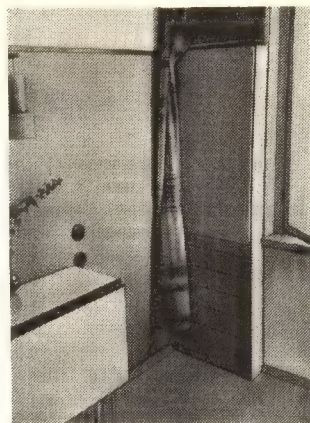
## НАУКА И ЖИЗНЬ ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

Идеи мастера

### КОМПАКТНЫЙ ВЕРСТАК

крыть дверцу, и весь «парк» у вас перед глазами. Для крепления инструментов удобно использовать брезентовые ремни шириной 2—3 см. В ящиках, склеенных или свинченных из толстой фанеры, хранятся мелкие детали, крепеж, шурупы и т. д.

Если потребуется работать на верстаке, из открытой дверцы откидывается



стол — деревянная доска, покрытая листом 5-миллиметрового текстолита. С помощью дверных петель к нему прикрепляются откидные ножки, которые, как и весь верстак, сварены из стального уголка № 25 или № 30. Металлический каркас шкафа облицовывают декоративным пластиком или фанерой.

Чтобы верстак стоял крепко и не качался при работе, его привинчивают болтами к стене, для чего в ней укрепляют специальные пластины с резьбой.

Л. ЭСГЕ.

#### ПОПРАВКА

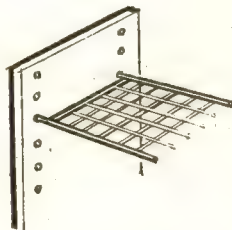
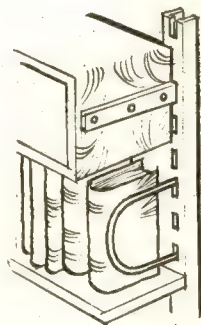
В журнале «Наука и жизнь» № 8, 1982 г. на стр. 7 последний абзац следует читать:

«27,4 миллиарда рублей будет израсходовано в текущем году на дальнейшее развитие перерабатывающей базы мясо-молочной промышленности, материально-технической базы рыбного хозяйства, легкой, пищевой промышленности и других отраслей, выпускающих товары для народа».

# КАК ХРАНИТЬ КНИГИ

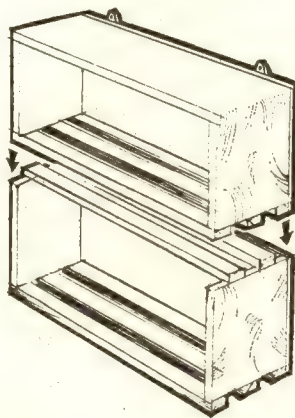
Г. ГЕЦОВ.

В этом материале говорится о некоторых вариантах книжной мебели, которую можно изготовить своими руками. Мы не приводим подробностей конструирования, рисунки и подписи следует рассматривать как начальный импульс к дальнейшему творчеству.



Полки для папок, коробок, каталожных и картотечных ящичков далеко не обязательно изготавливать целиком из досок. Можно отдать предпочтение решетчатым (деревянному или металлическому) полкам, так

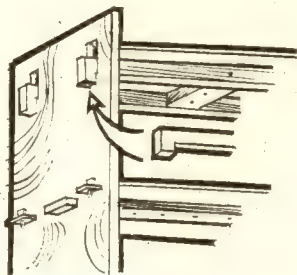
как на них меньше задерживается пыль. Интересные конструкции полок легко создаются из проволоки, прутков и трубок.



Стеллажи могут быть выполнены из дерева или металла. Если на стеллаже десять полок толщиной по полтора-два сантиметра, то легко подсчитать, что по объему одну из десяти полок стеллажа занимают не книги, а само дерево. Поэтому полки можно делать решетчатыми и вставлять их одну в другую.

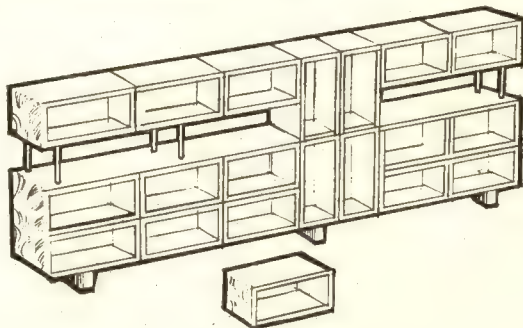
Стеллажи бывают двухсторонними. Книги на них расставляют в два ряда. Доступ

к книгам возможен с двух сторон стеллажа. Такие стеллажи могут делить комнаты на части.



Такая полка, нагруженная книгами, выглядит легко и изящно. Она целиком изготавливается из тонкой (3 мм) фанеры. Для того, чтобы фанера не прогибалась под тяжестью книг, ее надо снизу поддержать рейками, которые вставляются в прорези боковых стенок так, чтобы концы реек выходили наружу. Во избежание коробления в фанерных полках делают выступы, которые также вставляются в соответствующие прорези стенок и закрепляются фиксаторами. Собирается и разбирается такая полка моментально. В сложенном виде занимает очень мало места: это всего лишь листы фанеры, несколько реек (или брусочков), крошечные фиксаторы.

Стенки полки можно собирать из одинаковых секционных ящичков, имеющих отношение высоты к ширине, равное 1:2. Такой модуль дает особое преимущество. Из рисунка видно, каких интересных результатов можно достичь, комбинируя набором таких ящичков.

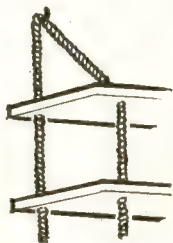


НАУКА И ЖИЗНЬ

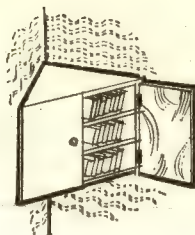
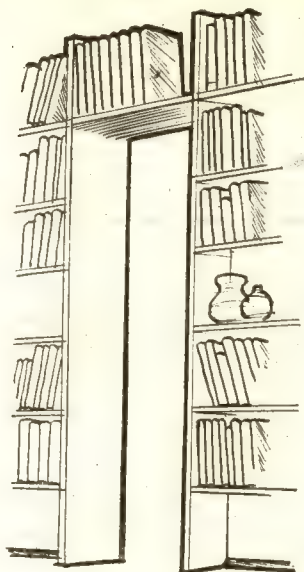
ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Научная организация  
личного труда

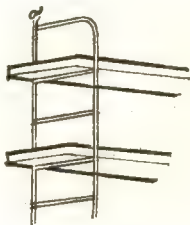




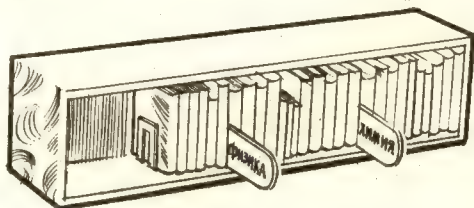
На декоративных цепях, канатах или шнурах легко соорудить подвесные полки. По их краям иногда с декоративной целью оставляют древесную кору.



Книжные полки, стеллажи и шкафы размещаются в любом уголке квартиры — в углу, вокруг дверного проема или на месте закрытого дверного проема, причем мебель при этом поможет не только рационально использовать помещение, но и украсить его.



В хозяйственных магазинах можно приобрести кронштейны разных типов, которые с успехом используются для сборки книжных полок из досок разных размеров. Один из кронштейнов мы показываем на рисунке.



Имеется несколько способов упорядочивания книг на полках. Книги, лежащие горизонтально — в стопках, по мере использования сами занимают нужную последовательность. Сверху оказываются те книги, которыми чаще пользовались, то есть самые нужные, внизу — к которым обращались реже. Как видим, в таком положении книги сами себя организуют.

Стопки книг могут быть полезны особенно в тех случаях, когда полка не вся заполнена и книги рассыпаются. Этому помогут и угловые книгодержатели. В отличие от полок, имеющих фиксированное расстояние между стенками, держатели позволяют легко его менять, образуя удобную раздвижную полку.

Книгодержатели довольно просто изготовить: согнуть под прямым углом кусок металла — и держатель готов. Их мастерят также из дерева и пластмасс.

Тематические разделители помогают организовать ряды книг, облегчить поиск нужных тем.



# Ж И В О П И С Ь

Как бы ни различились искусство и наука в своих стремлениях к познанию и творчеству, в каждую эпоху развития общества можно увидеть близость в идейном содержании, в чертах стиля и науки и искусства. Задачи, решаемые живописью, имеют также научное значение. Автор статьи делится с читателем своими размышлениями об этом, подкрепляя их многочисленными примерами.

Член-корреспондент АН СССР М. ВОЛЬКЕНШТЕЙН.

Что общего между живописью и наукой — этими двумя областями творчества? Как они познают и отражают мир? Почему ученые иногда пишут картины (недавно в Москве была выставка «Ученые рисуют»), но художники не занимаются наукой?

Эти и многие другие вопросы возникают перед каждым человеком, любящим искусство и задумывающимся о его значении в эпоху научно-технической революции. Попробуем в этих вопросах разобраться, конечно, лишь частично.

Науку и искусство объединяют стремления к познанию и к творчеству. Последнее означает создание новой информации, реализуемое интуитивно, а не путем логического рассуждения. В содержательной книге физика-теоретика члена-корреспондента АН СССР Е. А. Фейнберга «Кибернетика, логика, искусство» показано, что внелогичность, интуитивность художественного творчества не противостоят науке. Интуиция — прямое усмотрение истины, догадка, предвосхищение — необходима и в науке, которая не может развиваться чисто логическим, дискурсивным способом. Предлагаю следующее доказательство этого положения.

Задача науки всегда состоит в нахождении наиболее экономичной, минимальной программы, описывающей совокупность сложных явлений. Открытый Ньютоном закон всемирного тяготения справедлив и для падения яблока и для движения планет. Теория электромагнетизма, созданная Фарадеем и Максвеллом, установила единство электрических и магнитных явлений, ранее казавшихся независимыми друг от друга. Но, объединяя существующий свод знаний некоторой системой законов, можем ли мы поручиться, что она минимальна и никогда не сменится другой, более сжатой? Нет, нельзя. Вспомним теорему Гёделя о неполноте: на любом языке (предельно строгий язык науки здесь не исключение) можно составить высказывание, истинность или ложность которого невозможно доказать средствами этого языка. Подобным высказыванием может быть и ут-

верждение о том, что некоторая система законов, некоторая программа научного знания минимальна. Следовательно, эту минимальность невозможно доказать логически — здесь необходима интуиция. Это относится и к основным законам, определяющим научную картину мира, — единственным способом их постижения, по словам А. Эйнштейна, является интуиция. Как говорил Л. И. Мандельштам, основное уравнение квантовой механики, уравнение Шредингера, не выведено, а угадано.

Наука и искусство разнятся долей интуитивного. В искусстве она почти стопроцентна, в науке составляет лишь часть. Но и наука и искусство — явления одной культуры, и прежде всего в этом нужно искать основы их общности. То, чем разнятся наука и искусство, более очевидно и менее интересно.

Единство культуры выражается в близости идейного содержания науки и искусства, проявляющейся в единстве стиля.

Живопись много старше науки. Уже кроманьонцы оставили на стенах своих пещер изумительные изображения животных, а полноценная наука, вооруженная строгим и осознанным методом исследования, началась каких-нибудь триста — четыреста лет назад. Поэтому следует сопоставлять с наукой живопись лишь последних столетий, начиная с позднего Возрождения.

Живопись Ренессанса выражает то же стремление к свободному познанию реального мира, что и наука этой эпохи. Преодоление средневековых догм, схоластики и мистицизма происходит и в науке и в живописи. Художники по-прежнему обращаются к религиозной теме, но религия перестает быть отрешенной от жизни и трансформируется в этико-эстетическую систему, в центре которой находится человек. Не следует понимать это слишком элементарно. Так, нельзя согласиться с частым утверждением о том, что «Сикстинская мадонна» Рафаэля — изображение итальянской крестьяночки. Существа эти неземные, красота мадонны фантастична, и мы



имеет в виду? — тоже умер. И, уверен, тоже по собственному желанию, как и его брат».

— Вот это лучше. Теперь скажи мне, опечалила бы Холмса смерть Джека Потрошителя?

Инспектор Куин покачал головой и продолжал читать: «Естественно. Он предпочел смерть в огне петле палача».

— Это снова слова Уотсона, а не Холмса. А Холмс сказал: «Мы должны уважать решение благородного человека».

— На что Уотсон возразил: «Благородного? Вы, конечно, шутите? А, понимаю. Вы имеете в виду периоды просветления его сознания. А герцог Шайрский?»

Уотсон сделал неправильные выводы из слов Холмса. А Холмс не считал нужным его разубеждать — вот в чем дело! Прочитируем Холмса еще раз: «С пожара я отправился прямо в резиденцию герцога на Баркли-стрит в сопровождении Лестрейда. Мы опоздали. Он уже имел весть о лорде Карфаксе, после чего бросился грудью на меч, спрятанный в его трости...»

— И Уотсон воскликнул: «Смерть подлинного аристократа!»

— Опять-таки Уотсон был сбит с толку своим собственным предвзятым мнением и непониманием нарочито туманных формулировок Холмса. Послушай, отец! Когда Холмс (вместе с Лестрейдом, заметь!) приехал в городской дом герцога Шайрского, он застал герцога мертвым.

Но как мог герцог уже иметь весть о самоубийстве Карфакса? Не мог. И дело совсем не в этом. А в том, что это его, герцога, выследил лорд Карфакс в Пакз-нел! Между отцом и сыном, безусловно, произошло бурное объяснение. После чего герцог поехал домой и покончил с собой. Потому что это «его светлость», герцог Шайрский, был Джеком Потрошителем. А лорд Карфакс, узнавший об этом, взял вину на себя, чтобы спасти репутацию отца!

— Теперь ты прав, — мягко сказал Эллери. — Вспомни также, о чем Карфакс просил Уотсона: сказать всем, что Джек Потрошитель — это он. Он хотел быть абсолютно уверенным в том, что вина падет на него, а не на его отца.

— Тогда Холмс поступил мудро, — прошептал инспектор Куин. — Он не захотел выдать секрет Карфакса, не захотел, чтобы его жертва оказалась напрасной.

— И вера Деборы в своего отца подтвердилась через три четверти столетия.

— Поразительно!

Эллери взял рукопись доктора Уотсона и снова раскрыл ее на заключительной записи.

— «Дело перуанского Синдбада», — пробормотал он. — Что-то о яйце мифической птицы Рух... — В глазах его блеснул озорной огонек. — Отец, ты не думаешь, что Холмс мог мистифицировать Уотсона и на этот раз?

Перевела с английского Н. ЛОСЕВА.

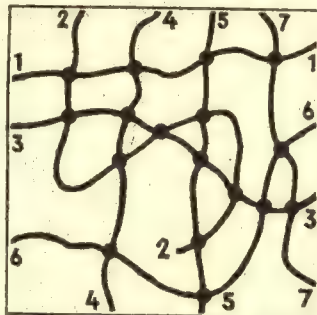
## ПЕРЕВЕРНИТЕ БОКАЛЫ

На рисунке показаны 7 бокалов. Надо за минимальное число ходов перевернуть их ножками вверх. За каждый ход должна переворачиваться группа из заданного числа  $n$  бокалов, причем некоторые из них могут при этом возвращаться в исходное положение.

Найдите содержание ходов для следующих случаев:

- 1)  $n = 3$ ;
- 2)  $n = 6$ .

Попробуйте определить правила решения для общего случая: при произвольном количестве бокалов  $m$  и составе группы  $n$ .



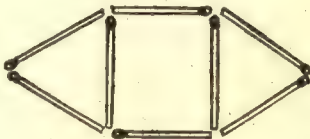
КАК РАСКРАСИТЬ  
ЛАБИРИНТ!

На рисунке показан лабиринт из семи пронумерованных дорожек. Требуется окрасить каждую из дорожек в какой-либо цвет, причем ни на одном перекрестке не должны пересе-

каться дорожки одинакового цвета. Какой минимальный набор красок необходим и какие дорожки можно окрасить одной и той же краской?

## КВАДРАТЫ И ТРЕУГОЛЬНИКИ

Восемь спичек на рисунке образуют квадрат и два треугольника. Как переложить четыре спички, чтобы получить два квадрата и четыре треугольника?



# Ж У Р Н А Л

## «САЙЕНТИФИК АМЕРИКАН»

### НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

С 1983 года издательство «Мир» будет выпускать на русском языке американский журнал «Сайентифик Американ». Его тираж на английском языке в настоящее время составляет 650 тысяч экземпляров, он переводится в ФРГ, Франции, Италии, Испании, Японии, КНР. Журнал специализируется на материалах, представляющих особый интерес для ученых, инженеров и других специалистов, работающих в смежных областях.

В каждом его номере публикуется восемь статей-обзоров по актуальным направлениям развития современной науки и техники. Статьи, как правило, носят обзорный, обобщающий характер, они суммируют наиболее современный уровень знаний на каком-то определенном этапе и дают наиболее общее представление о конкретной научной или прикладной проблеме.

По своему научному уровню статьи журнала «Сайентифик Американ» наиболее близки к обзорным статьям нашего научно-популярного журнала «При-

рода». Около половины статей, публикуемых в журнале, — это материалы, посвященные биологии и примыкающим к ней наукам. В поле зрения журнала — и физика, астрономия, химия, геология и математика, и важнейшие практические приложения этих наук. Регулярно появляются биографические статьи о выдающихся ученых и инженерах прошлого, материалы по истории науки и техники.

В каждом номере — ряд постоянных разделов: обзор книг, краткие заметки о новостях науки и техники, математические развлечения, научные эксперименты для домашней лаборатории.

Один номер в году делается тематическим, посвященным одной крупной теме: «Народонаселение Земли», «Сельское хозяйство мира», «Микроэлектроника». Некоторые из этих номеров — «Живая клетка», «Биосфера», «Эволюция» — были выпущены издательством «Мир» на русском языке.

За издательством остается право вносить в статьи, опубликованные в оригинальном издании, некото-

рые коррективы, связанные с удовлетворением потребностей именно советского читателя. При этом одна из восьми статей-обзоров может по нашему усмотрению быть заменена статьей, опубликованной ранее в одном из переводных изданий «Сайентифик Американ».

Кстати говоря, в журнале постоянно публикуются статьи советских ученых. Они пользуются большим успехом у американского читателя. Эта практика будет развиваться и в дальнейшем. Кроме того, в разделе рецензий на научные книги можно встретить аннотации на советские книги, выпускаемые издательством «Мир» на иностранных языках. Кстати, после того как в одном из номеров журнала появилась развернутая рецензия на книгу акад. В. Л. Гинзбурга «О физике и астрофизике», издательство «Мир» сразу же получило крупный заказ от американских партнеров на переиздание этой книги.

Журнал будет выходить ежемесячно объемом около 20 авторских листов. Предполагается, что его выпуск начнется в начале 1983 года. Первые три-четыре номера, учитывая время, необходимое для перевода и издания, будут составлены из наиболее интересных статей, опубликованных в журнале «Сайентифик Американ» в течение 1982 года, а следующий номер уже будет базироваться на январском номере «Сайентифик Американ» 1983 года.



О том, как важно для ученого иметь возможность читать труды иностранных коллег на языке оригинала, свидетельствует случай, произошедший с Фарадеем.

Фарадей не знал французского и вынуж-

ден был отдать переводчику статью Ампера об опыте, доказывающем существование электромагнитной индукции. В описании экспериментальной установки переводчик то ли по невнимательности, то ли по незнанию перевел французское слово *cerclé* (обруч) английским словом *disk*. В результате

Фарадей поставил в свой прибор медный диск вместо обруча. Разумеется, эффект отсутствовал, и Фарадей сделал вывод, что француз ошибся. Недоразумение разъяснилось лишь путем личной переписки, которую, видимо, переводил другой, более добросовестный переводчик.



# ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТАДИОН

Стив ШЕНКМАН.

Сейчас все определеннее складывается мнение: для здоровья самое полезное физическое упражнение — это бег. Разумеется, в дозах, которые отвечают возможностям бегуна и при условии медицинского контроля. Однако с приходом осеннего межсезонья количество бегающих заметно уменьшается. По лужам и под дождем шлепают лишь те, кто ставит перед своими беговыми тренировками не только оздоровительные, но и воспитательные задачи, например, укрепление воли.

А что же делать тем, кто хотел бы просто тренироваться, не совершая при этом подвигов? К их услугам несколько модификаций оздоровительного бега. Самая простая — бег на месте. Упражнение это не требует ни специальной площадки (достаточно одного квадратного метра пола, покрытого ковриком), ни спортивной формы, ни особого умения.

Знаменитый американский доктор К. Купер включил бег на месте в программу упражнений, которую он назвал аэробикой (и о которой «Наука и жизнь» уже не раз писала). За 5-минутный бег на месте в темпе 60—70 шагов в минуту Купер начисляет 1 очко, в темпе 70—80 шагов — 1,5 очка, в темпе 80—90 шагов — 2 очка, 90—100 шагов — 2,5 очка, 100—110 шагов — 3 очка. При 10-минутном беге сумма очков соответственно удваивается, при 15-минутном беге удваивается еще раз. Количество шагов в минуту считают по прикосновению левой ноги к полу. Последнее очень важно для подсчетов.

Напомним, что недельной нормой Купер считает 30 очков для мужчин и 24 очка для женщин. Такая сумма, набираемая еженедельно, по его мнению, обеспечивает надежный уровень здоровья. Ясно, что выходить на недельный уровень 30 очков следует весьма постепенно, по мере возрастания тренированности. Программа аэробики отводит на овладение 30-очковой нормы не менее 3—4 месяцев при регулярных тренировках 4—5 раз в неделю. Человеку,

плохо подготовленному, можно начинать с минимальной нагрузки (1—2 минуты бега на месте в медленном темпе), увеличивать ее очень постепенно, но неуклонно. Купер считает, что, чем медленнее идет прогресс, тем надежнее результат. Так что 3—4 месяца — это минимальный срок выхода на рубеж 30 очков.

Наиболее доступный способ самоконтроля — пульс. Он не должен превышать 180 минут возраст. Оптимальный пульсовой режим — 110—120 ударов в минуту. При таком режиме происходят благоприятные функциональные сдвиги в организме тренирующегося.

Преимущества бега на месте: нет непроизводительных затрат времени на дорогу к месту занятий, отсутствует также не для каждого приятная публичность тренировки. Если позволяют условия, то бег на месте лучше заменить бегом поступательным, по коридору, по комнатам. Недостаток бега на месте: малая эмоциональность, монотонность занятий. Правда, этот недостаток можно компенсировать, включив радиоприемник, магнитофон или телевизор. Привыкнуть к таким тренировкам можно довольно быстро. Для этого необходима прежде всего определенная психологическая установка на необходимость бега. Вспомните: космонавты в своем корабле ежедневно затрачивают на такой бег по полтора часа.

Более эмоциональный вариант беговой тренировки в квартире — скакалка. Это упражнение обычно охотно используется женщинами, поскольку едва ли не каждая из них в свое время немало прыгала с этим нехитрым спортивным снарядом.

Купер предлагает такие нормы нагрузки при занятиях со скакалкой: 5 минут в темпе 70—90 шагов в минуту — 1,5 очка, в темпе 90—110 шагов — 2 очка, в темпе 110—130 шагов — 2,5 очка. За каждые следующие 5 минут тренировки сумма очков в зависимости от темпа соответственно увеличивается на 1,5, 2 и 2,5 очка. Принципы постепенности нарастания нагрузки и самоконтроля по пульсу, здесь тоже такие же, что и при беге на месте. Прыгать со скакалкой лучше на коврике, можно прыгать на двух ногах одновременно, можно использовать и чередование ног.

Быструю популярность завоевывает еще одно прекрасное оздоровительное упражнение — танцы. Современные ритмы дают хорошую нагрузку на сердечно-сосудистую систему, суставы, мышцы. Причем нагрузка эта проводится на повышенном эмоциональном фоне, а это способствует ее хорошей переносимости. Большинство современных танцев не предъявляет особых требований к технике движений: ритмичные шаги, повороты, наклоны, приседания, взмахи рук, подскоки — все это освоить ничего не стоит. Не требуется в таких танцах и партнер. Достаточно подобрать подходящую пластинку или магнитофонную пленку, и можно приступать к тренировке.

Здесь также определяющим показателем является длительность занятий. Кеннет Купер не разработал таблиц очков для оздоровительных танцев, хотя в последнее время по аналогии

● ВАШЕ ЗДОРОВЬЕ

с рекомендуемыми им бегом или плаванием их все чаще называют аэробическими танцами, поскольку эти упражнения способствуют усиленному усвоению кислорода. В последнем издании куперовской книги «Аэробика, полезная всем» приводится маленькая таблица оценок танцевальных тренировок. Без всяких расчетов, явно на глазок, автор начисляет 2 очка за 30-минутную тренировку. Скорее всего лабораторные данные, подобные тем, которые проводились при составлении таблиц по другим упражнениям, показали бы необходимость начисления примерно вдвое большей суммы очков за получасовую танцевальную нагрузку средней интенсивности.

Танцы все чаще включают в программу занятий групп здоровья, в кое-где создаются группы, где танцы становятся основным оздоровительным средством. Скажем, такие группы успешно функционируют при вильнюсском Дворце строителей. Там занятия проводит опытный хореограф при контроле психотерапевта. Тренирующиеся (в основном люди среднего и пожилого

возраста), помимо двухразовых совместных занятий, получают индивидуальные задания на дом, которые сводятся к исполнению танцевальных элементов под определенную музыку при заданной длительности. Контроль показал не только повышение аэробических возможностей всех вильнюсских танцоров, но и улучшение многих других показателей: снижение веса, нормализация сна, хорошую разработку суставов. Заметим, что у занимающихся совершенно исчезли столь частые сейчас жалобы на боли в пояснице.

Особое место в обиходе оздоровительных упражнений для укрепления сердечно-сосудистой системы занимает... лестница. Да, обычная межэтажная лестница может стать очень сильным средством оздоровления. Как правило, мы стараемся пользоваться ею по возможности реже, предпочитая лифты — самое массовое транспортное средство современности. Однако вопреки общепринятому лозунгу этот «вертикальный транспорт» далеко не всегда сохраняет наше здоровье. Слишком часто с его помощью мы лишаем себя возможности

дать столь необходимую сегодня нагрузку на сердце, сосуды, легкие, мышцы.

Вероятно, домашняя лестница — не самое простое из средств оздоровления. Иначе говоря, при неумеренной дозировке можно нанести себе немалый ущерб. Основной принцип вертикальных оздоровительных тренировок — невысокий темп при относительно большой длительности движения.

Лучше всего нагрузку продемонстрировать на конкретном примере. 65-летний Петр Лукич Иванов из Симферополя рассказывал автору этих строк о своем опыте оздоровительных тренировок на лестнице. Он поднимается на пятый этаж очень не спеша, преодолевая 8 лестничных пролетов за 3 минуты. 40 секунд длится быстрый спуск. Этот путь он повторял до 17 раз подряд. Разумеется, к такой нагрузке Петр Лукич подбирался очень постепенно. Контролировал он себя по пульсу, стараясь, чтобы нагрузка не позволяла пульсу превышать 85—90 ударов в минуту. Осторожность похвальна, поскольку она вызвана прежней сердечной недостаточностью и немалым возрастом Петра Лукича.

При благополучном состоянии здоровья и в более молодом возрасте допустим менее щадящий режим тренировок. Скажем, автор этой статьи легко поднимается на девятый этаж за 2,5 минуты, минута уходит на быстрый спуск вниз. Все это повторяется до 10 раз, причем пульс неизменно держится на уровне 100—110 ударов в минуту. Вероятно, в любом возрасте нет смысла превышать, тренируясь на лестнице, рубеж 120—130 ударов в минуту. Задача заключается в том, чтобы при умеренной мощности равномерной нагрузки продлить ее как можно дольше. Важно также следить за реакцией восстановления пульса. Желательно, чтобы через 10 минут после нагрузки он не превышал 120—130 процентов от исходного.

Согласно строительным нормам и правилам, лестничные пролеты могут на-

### «СТОИМОСТЬ» ОЧКОВ ПРИ ХОДЬБЕ ПО ЛЕСТНИЦЕ

Длительность тренировки (в мин.)	Количество пролетов пройденных за одну минуту					
	5	6	7	8	9	10
3.00	—	—	—	—	—	2,5
3.30	—	—	—	—	2,0	—
4.00	—	—	1,5	1,75	—	3,25
4.30	—	—	—	—	2,75	—
5.00	0,5	1,0	1,75	—	—	4,0
5.30	—	1,25	—	2,5	3,5	—
6.00	0,75	—	2,0	—	—	4,75
6.30	—	1,5	—	3,0	4,25	—
7.00	1,0	—	2,25	—	—	5,5
7.30	—	1,75	—	3,5	4,5	—
8.00	1,25	—	2,75	—	—	6,5
8.30	—	2,0	—	3,75	5,5	—
9.00	1,5	—	3,0	4,0	5,75	7,25
9.30	—	2,25	—	4,25	6,0	—
10.00	1,75	—	3,25	4,5	6,5	8,0
11.00	2,0	2,5	3,75	5,0	7,0	8,75
12.00	2,25	2,75	4,0	5,5	7,5	9,5
13.00	2,5	3,0	4,25	6,0	8,0	10,25
14.00	2,75	3,25	4,25	6,5	8,5	11,0
15.00	3,0	3,5	4,75	—	—	—



# ЗООУГОЛОК НА ДОМУ. СОВЕТЫ



● Животные из отряда грызунов — наиболее частые обитатели домашних живых уголков. Белки, бурундуки, сони, хомячки, морские свинки, крысы, мыши, суслики, тушканчики и так далее — все это грызуны. Вы когда-нибудь задумывались, почему столь непохожих животных, как, например, белка и мышь, ученые объединяют в один отряд? Причина в характерной особенности их зубной системы, по которой они отличаются от животных любых других отрядов. Резцы грызунов, расположенные по одному с каждой стороны верхней и нижней челюсти, очень велики, лишены корней и постоянно растут. Передняя поверхность их более прочная, покрыта эмалью, а задняя — мягкая, лишена эмали. Благодаря неравномерному стачиванию вершины зубов всегда остаются острыми.

Напоминаем, резцы грызунов постоянно, в течение всей жизни растут. Если живущего дома грызуна долго кормить только мягкими кормами, зубы не бу-

дут стачиваться в достаточной мере, вырастут слишком большими, и животное не сможет нормально есть. Тогда зубы придется подрезать. Процедура эта сложная, не каждый сможет ее выполнить. Обязательно давайте грызунам твердые корма — сухари, ветки деревьев.

● У рептилий, живущих в террариуме, могут появиться клещи. Они поселяются под чешуйками, вызывают сильное раздражение, зуд. Образуются бугорки, заполненные гноем.

Крупных клещей снимают пинцетом. Гной удаляют и промывают язвочки раствором риванола 1:1000 или крепким раствором марганцовки, затем присыпают белым стрептоцидом.

Если клещи мелкие, смазывают все тело животного каким-либо маслом (растительным, касторовым). Клещи задыхаются и отпадают. Террариум дезинфицируют 20-процентным раствором хлорной извести или 3—5-процентным горячим раствором креолина, затем промывают кипятком.

● Зерноядные птицы охотно поедают просо, особенно крупное. Исключение приходится делать только для астрильдов. Им следует давать мелкое просо, так как крупное они не в силах освободить от оболочек.

● Неочищенный рис — прекрасный корм для попугаев.

● Многие неопытные любители слишком часто добавляют птицам в питьевую воду раствор марганцовокислого калия, не зная, что его можно давать не чаще одного раза в месяц, и то в очень слабой концентрации, так как он убивает не только вредные, но и полезные микроорганизмы. Это приводит, даже при правильном уходе и кормлении, к заболеваниям птиц.

● Лето подходит к концу. Впереди короткая осень, а потом долгое предзимье и зима. Сейчас самое время для заготовки семян арбузов, тыквы, дыни. Собранные семена промойте и подсушите в духовке, в печи или на солнце. Этот корм пригодится как для ваших питомцев, так и для подкормки птиц, живущих на воле.

● Не забудьте про птиц, живущих на воле. Приближается зима — трудная для них пора. Сейчас самое время сделать и развесить кормушки. Птицы вскоре привыкнут к ним, и всю зиму вы будете встречать их веселые стайки. Только регулярно насыпайте в кормушки различный корм.

считывать до 16—18 ступенек. Но чаще всего ступенек в пролете не более 10—12 при высоте каждой ступеньки 18—20 сантиметров. Обычно за минуту преодолевается шесть таких пролетов плюс шесть площадок. Это спокойный, нормальный темп. Поначалу можно его сделать еще более щадящим, предпочтя большую длительность тренировок. Ясно, что в оздоровительных целях ходить по лестнице лучше без всякого груза в руках.

Купер дал обстоятельную таблицу подсчета очков для тренировок на лестнице. Он подчеркивает особую осторожность при этих занятиях и не рекомендует пользоваться лестницей в тренировочных целях тем, кому больше шестидесяти. Он считает, что в первые полтора месяца регулярных тренировок (3—5 раз в неделю по 5—12 минут за занятие) можно делать передышки в случае некоторой усталости. С седьмой недели от передышек можно отказаться.

Интересно, что при плохом уровне тренированности резко снижается потребность в лифте. Скажем, на девятый этаж без груза можно подняться за 2,5 минуты, а на лифте — за 0,5 минуты, спуститься — соответственно за 1 минуту и за 0,5 минуты. Чаще всего эти минуты не имеют значения в нашей деятельности, следовательно, их лучше употребить на укрепление своего здоровья, используя «вертикальный стадион». Он есть в каждом доме.



Уларка на гнезде.

## О Л Е С Н О Й, ВОДОПЛАВАЮЩЕЙ И ПРОЧЕЙ ДИЧИ

Р. ФЕДОРОВ.

Фото В. Ткаченко.

С Олегом Семеновичем Габузовым, кандидатом биологических наук, научным сотрудником Центральной научно-исследовательской лаборатории Главохоты РСФСР мы разговаривали о разведении дичи.

В этой задаче, решением которой занялись ученые и охотоведы, есть некоторая внутренняя противоречивость. Что такое дичь? Лучше всего процитировать С. Т. Аксакова, его «Записки ружейного охотника». «Собственно дичью называется дикая птица и зверь, употребляемые человеком, добываемые разными родами ловли и преимущественно стрельбою из ружья. У нас речь идет о птицах. Слово «дикая», в смы-

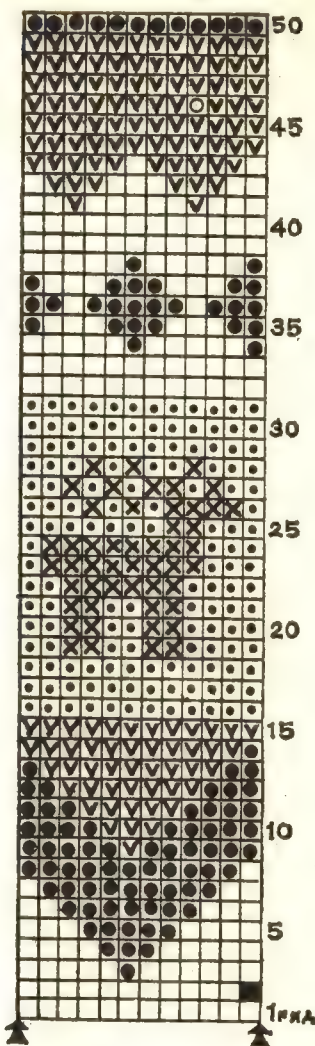
сле вольная, независимая, придается обыкновенно тем породам птиц, которые не покорены человеком и не сделались домашними, ручными».

Но если дичь вольная и независимая, то зачем ее разводить? Может быть, проще: не мешать ей жить по-своему, а главное, как считают многие, не охотиться на нее. Тогда она сама в изобилии расплодится в лесных, луговых, болотных и прочих уголках!..

— Только не надо говорить об охоте и охотниках,— досадливо замечает Олег Семенович.— Ведь и без охоты мы давно уже не можем не мешать диким зверям и птицам. Распашка степей, например, привела к тому, что стали редкими стрепеты и дрофы — они даже занесены в «Красную книгу СССР». Началось же снижение их численности давным-давно. Тот же Аксаков

● РАЦИОНАЛЬНОЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ





- голубой
- серый
- ⊗ темно-синий
- ⊙ белый
- ⊗ синий

узелок из пряжи синего цвета: не снимая петлю с левой спицы, провяжите из нее 5 петель, вводя правую спицу поочередно в переднее и заднее звено петли. Поверните работу наизнанку, 1 петлю снимите, не провязывая, провяжите 4 изнаночные, вновь поверните работу налицо и провяжите все 5 петель узелка вместо лицевой перевернутой.



узелок из пряжи белого цвета: выполните так же, как узелок из пряжи синего цвета, но из 1 петли провяжите только 3 петли.

Фрагмент орнамента. Узор повторяется от первой стрелки до второй с 1 по 50 ряд.

ную кольцевую спицу. Вяжите по кругу чулочной вязкой (лицевыми петлями по лицу и изнанке) пряжей серого цвета. Первую петлю каждой детали вместе со следующей за ней петлей провязывайте через круг так: первую петлю снимайте, не провязывая, на правую спицу, затем провязывайте следующую петлю лицевой и протягивайте ее через снятую петлю. Предпоследнюю петлю каждой детали провязывайте лицевой вместе с последней петлей.

Провязав пять кругов коротки, приступите к выполнению орнамента. В шестнадцатом круге начните убавлять петли, провяжите в нем 12 раз каждую 16 и 17 петлю вместе. В девятнадцатом круге провяжите 24 раза каждую 7 и 8 петлю вместе, в тридцать первом круге — каждую 6 и 7 петлю вместе, в тридцать четвертом круге — каждую 5 и 6 петлю вместе, в сорок первом круге — каждую 4 и 5 петлю вместе. Оставшиеся 96 петель переведите на короткую кольцевую спицу. Провязав пятьдесят кругов, перейдите на темно-синюю пряжу. Провяжите 6 кругов резинкой 1×1 и закройте все петли в ритме резинки.

**Сборка.** Сшейте боковые и рукавные швы.

М. ГАЙ-ГУЛИНА.

По материалам журнала «Нее моде» (ФРГ).

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка  
умения мыслить  
логически

## ЗАГАДКИ- НЕСУРАЗНОСТИ

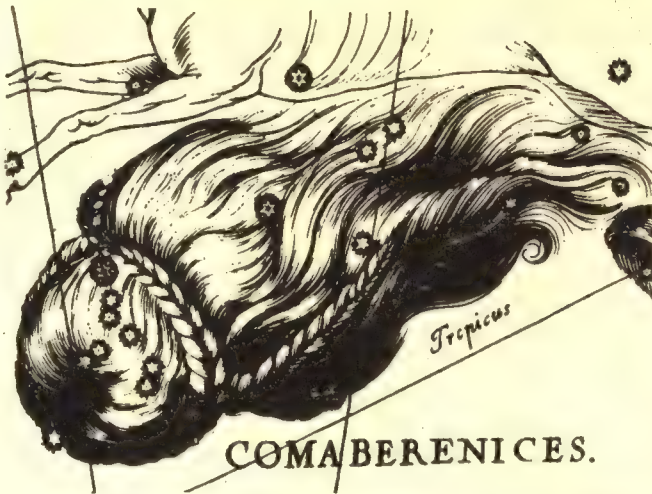
Облюбуйте несуразность, самую, на ваш взгляд, загадочную из этих десяти: 1 — атмосферный окуроч, 2 — ваза с видом изо рта, 3 — ежик под наркозом, 4 — мост через ночь, 5 — шарикоподшипник с кубическими шариками, 6 — горстка вечных конфет, 7 — таблечки от безденежья, 8 — интеллектуальное ведро, 9 — яма вверх дном, 10 — туземцы уверяют: на черный день белого красного вина не напасешься.

Облюбовали? Теперь засекуте время и подберите для облюбованной загадки отгадку из этой десятки: а) пессимизм, б) зубы, в) кровать, г) коллектив из несовместимых людей, д) монеты, е) кактус, ж) метеорит, з) оркестровая труба, и) парашют, к) каска.

Подобрали? Теперь таким же образом отгадайте остальные загадки. Постарайтесь уложиться в полторы минуты. Сопоставьте свои отгадки с ответами, приведенными на стр. 156, после чего решите одиннадцатую загадку: как у вас обстоит дело с абстрактным мышлением, далекими ассоциациями, хорошо или не очень?

В. ВЕКТОР (г. Киев).

Созвездие Волосы Вероники  
в «Атласе звездного неба»  
Я. Гевелия (1687 год).



Раздел ведет кандидат  
педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

# ВОЛОСЫ ВЕРОНИКИ

...Тот, кто рассмотрел огни необъятного мира,  
Кто восхождение звезд и нисхождение постиг,  
Понял, как пламенный блеск тускнеет бегущего Солнца,  
Как им в назначенный срок звезды уходят с небес...  
Тот же Конон и меня утешал — Косу Береники,—  
Между небесных огней яркой пролившую свет...

Катулл, стих LXVI.

С созвездием Волосы Вероники (Coma Berenices) связаны почти детективные истории. В третьем веке до нашей эры были похищены, а потом якобы вознесены на небо чудесные локоны, принадлежавшие Веронике—дочери египетского фараона. В конце 70-х годов нашего века астрономы обнаружили

«пропажу» в этом созвездии. Оказалось, что там есть не только скопления галактик, но и галактическая пустота — одна из недавно открытых так называемых «черных областей» во Вселенной (не путайте с «черными дырами!»). На сей раз пропали не волосы, а множество галактик...

Прежде чем рассказать об этом подробнее, поясним, как отыскать на небе само созвездие Волосы Вероники, в котором блеск даже наиболее яркой звезды, обозначенной буквой  $\alpha$ , не превосходит пятой звездной величины. В поисках Волос Вероники вам помогут такие созвездия, как Большая Медведица и Гонимые Псы, расположенные ближе к Северному полюсу мира, чем

Волосы Вероники. Слева и справа от искомого созвездия находятся Волопас и Лев, а южнее — Дева. Со всеми созвездиями, граничащими с Волосами Вероники, наши читатели уже знакомы (см. «Наука и жизнь» № 2, 1976; № 10, 1981; № 2, 1979; № 4, 1977; № 4, 1979).

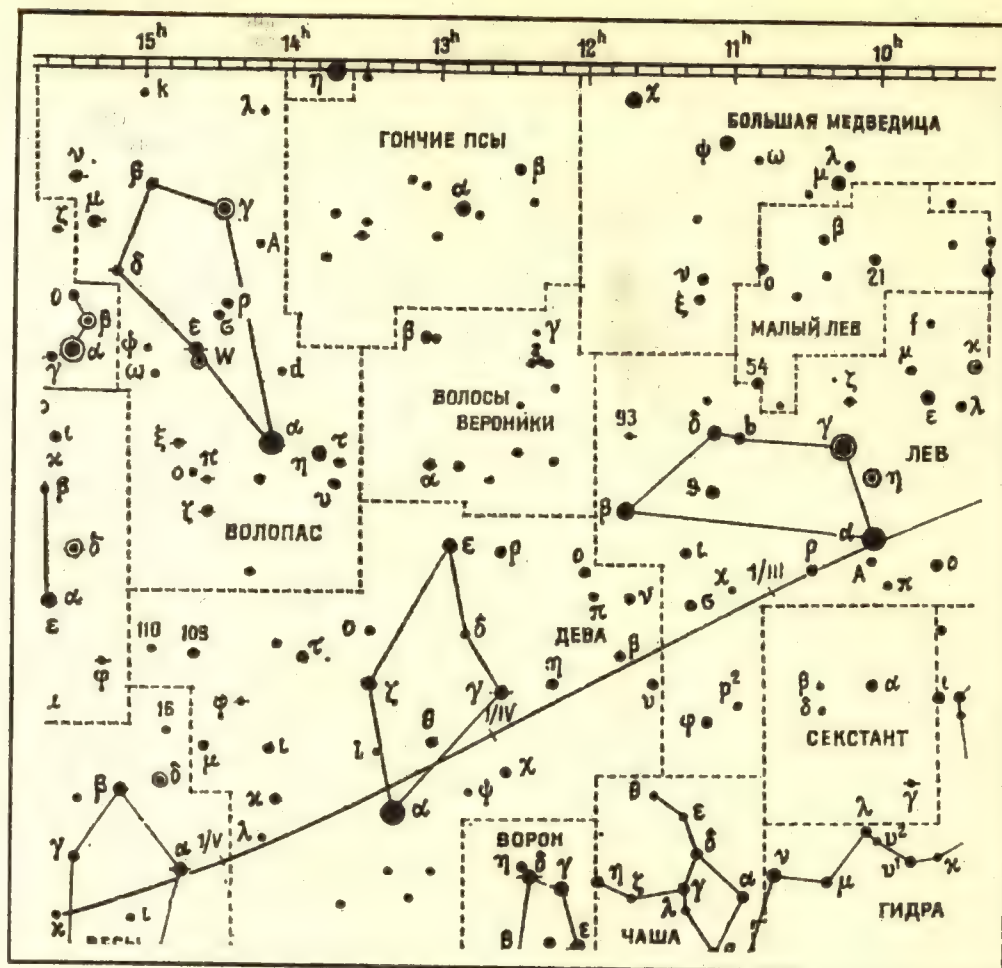
Едва ли можно указать на небе еще какое-нибудь из «старых» созвездий, про которое известны и век, и год, когда оно было названо. Свое имя созвездие Волосы Вероники получило в 245 году до н. э. В то время Египтом начал править Птолемей III Эвергет. Красавица Вероника (дочь фараона Птолемея II Филадельфа) вскоре после свадьбы вынуждена была расстаться со своим молодым супругом Эвергетом, который отправился воевать с сирийским царем. Все детали развернувшихся далее событий дошли до наших дней благодаря Каллимаху (310—240 годы до н. э.) — поэту и хранителю знаменитой Александрийской библиотеки. В поэме Каллимаха «Локоны Береники», а затем и в лирике римского поэта Катулла (около 84—54 гг. до н. э.) отражены события, которые привели к тому, что на небе появилось название нового созвездия.

Вероника, как это часто делали люди в те времена, обратилась с мольбой к богам. Она отрезала свои прекрасные волосы и отнесла в храм богини Венеры, надеясь, что эта жертва поможет египтянам победить сирийское войско. Эвергет вернулся домой с победой и увидел остриженную Веронику... Чтобы хоть как-то «исправить дело», фараон потребовал из храма волосы своей супруги, но волосы исчезли... Утешение пришло от жреца-астронома Конона Самосского, который указал царю и Веронике на участок неба, где, по его словам, находились волосы царицы, взятые на небо самим Зевсом. После этого астрономам, в числе которых был и Конон и знаменитый Эратосфен, оставалось лишь уза-



Так изображено созвездие Волосы Вероники в «Уранометрии» Н. Байера (1645 год).





конить появление на небе нового созвездия, то есть указать его место на звездных глобусах и картах. У Эратосфена название созвездия связано еще с клубком нити Ариадны, спасшей Тесея от кровожадного Минотавра. Клавдий Птолемей называл это созвездие Пломос, что означает «Кудри». Любители астрономии, отыскав на небе созвездие Волосы Вероники, пусть сами решают, напоминает ли оно им женскую косу, завитки кудрей, клубок ниток или что-то еще.

В бинокль или небольшой телескоп можно отыскать вблизи α Волос Вероники шаровое звездное скопление М 53 (7,8<sup>m</sup>), которое находится от нас на расстоянии около 50 тысяч световых лет, а также галактику М 64 (9,3<sup>m</sup>), свет от нее к нам идет около 50 миллионов

световых лет. Чтобы найти на небе галактику М 64, мысленно проведите прямую, соединяющую α Волопаса (Арктур) и β Льва (Денеболу). Галактика расположена над серединой этого отрезка прямой.

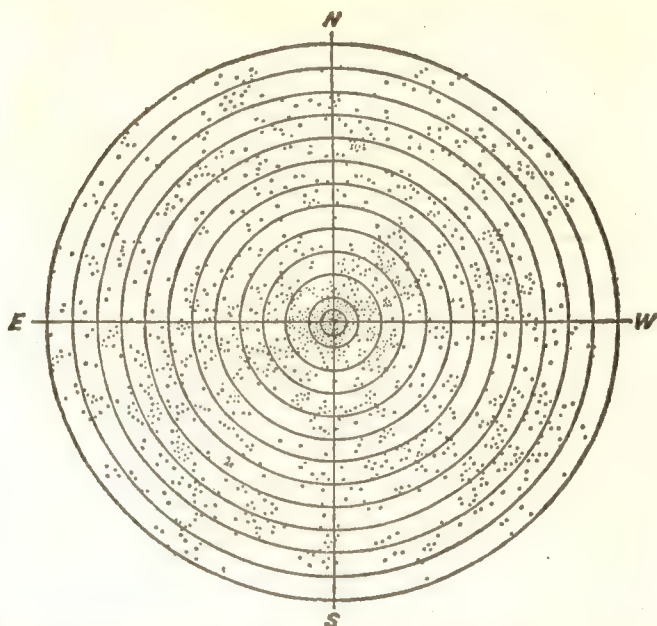
Гигантское облако галактик (его называют Сомо-Virgo) в созвездии Волос Вероники и частично в пределах созвездия Девы удалось исследовать только с помощью достаточно мощных телескопов. Это — одно из самых ближайших к нам «правильных» скоплений. По внешнему виду Сомо-Virgo напоминает шаровое звездное скопление, но «лишь» с той разницей, что каждая точка на фотографии представляет собой не звезду, а целую галактику.

В облаке галактик, о котором идет речь, более тысячи галактик ярче 18-й

Волосы Вероники среди других созвездий.

звездной величины (многие относятся к гигантским и сверхгигантским галактикам). Кроме них, в этом скоплении, по-видимому, есть еще и множество «карликовых» галактик.

Ленинградский профессор Т. А. Агекян приводит сравнение, помогающее представить размеры и расстояния до скопления галактик в созвездии Волосы Вероники. Если вообразить себе орбиту Земли размером с двухкопеечную монету (1,7 сантиметра), то орбита Плутона будет находиться от Солнца (оно в этой модели превратится в пылинку, расположенную в центре монеты) на расстоянии 35 сантиметров, а ближайшая звезда (α Центавра) окажется



на расстоянии 2,5 километра. Где же и каким (по размеру) будет в этой модели облако галактик в созвездии Волосы Вероники? Оно окажется на расстоянии около одной астрономической единицы от пылинки — Солнца, а его объем — почти в двести раз больше объема Солнца...

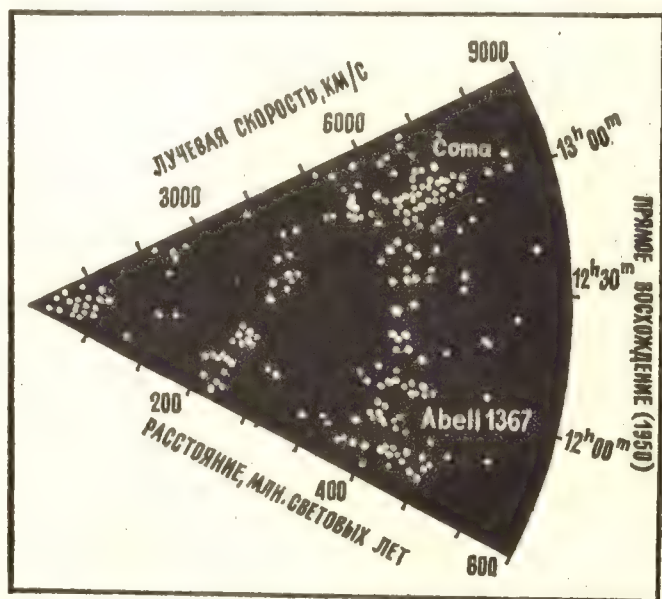
Чтобы изучить, как галактики расположены, в облаке, американский астроном Цвикки подсчитал число галактик, заключенных в кон-

центрических кольцах (радиусы колец возрастают на одну угловую минуту). Оказалось, что не так-то просто отделить галактики, действительно принадлежащие скоплению, от галактик «поля», то есть от тех, которые лишь случайно оказались между Солнечной системой и скоплением и проецируются на него. Цвикки поступил так: определил среднее число галактик, приходящееся на один квадратный градус вне пределов скопления, (но

С помощью такой схемы астроном Цвикки подсчитывал и исследовал распределение галактик в скоплении Волосы Вероники.

вблизи него), умножил это число на число квадратных градусов, содержащихся в каждом кольце, получил ожидаемое число случайных галактик в пределах кольца. После этого нужно было просто вычесть из общего числа галактик, наблюдаемых в пределах кольца, найденное число. Эта разность и была принята за число галактик, действительно принадлежащих скоплению.

В состав таких гигантских скоплений, кроме галактик, входит очень горячий газ ( $10^7$ — $10^8$  K). Масса этого газа составляет примерно половину суммарной массы галактик, входящих в скопления. В начале 70-х годов было открыто рентгеновское излучение, идущее от скопления галактик в созвездии Волосы Вероники. Источником излучения специалисты считают газ, находящийся в скоплении. По своему химическому составу газ оказался сходным с водородно-гелиевой плазмой, входящей в состав старых звезд. Отсюда делается вывод о том, что скорее всего происхождение этого газа связано со звездами и галактиками, из которых он был когда-то выброшен в процессе эволюции. Неразгаданным остается механизм нагрева газа. Высказано предположение, что нагрев выброшенного галактиками газа происходит от взаимодействия этого газа с движущимися галактиками. Не исключено, что в скоплениях галактик есть еще какие-то невидимые для нас «скрытые» массы вещества. Быть может, и нейтрино. Этих удивительных частиц во Вселенной много и, если подтвердится, что каждая из частиц обладает ненулевой массой покоя, то массивные нейтринные облака должны играть важную роль в динамике скоплений галактик и играли ее в про-



«Черная область» в созвездии Волосы Вероники расположена ближе к нам, чем соединенные перемычкой скопления галактик Coma и Abell 1367. Точки изображают галактики ярче 15<sup>м</sup>.



шлом, когда галактики формировались (см. «Наука и жизнь» № 10, 1980).

Расстояние от нас до скопления галактик в Волосах Вероники, точнее в Волосах Вероники и Девы, примерно 100 Мпк (напомним, что 1 парсек = 3,26 световых года).

Астрономов, которые решили исследовать распределение галактик в пространстве, отделяющем нас от скопления в Волосах Вероники, ожидал большой сюрприз. Это исследование привело к открытию огромного объема пространства (15 000 Мпк<sup>3</sup>), в котором средняя пространственная плотность распределения галактик оказалась во много раз меньше ожидаемой. Иными словами, была открыта одна из «черных областей» (к середине 1982 года их уже было известно четыре), где практически нет (по крайней мере, достаточно ярких) галактик, доступных наблюдениям даже с помощью мощных телескопов, оснащенных чувствительными приемниками излучения.

Что это за «пустоты» во Вселенной? Как они могли возникнуть? Часто ли встречаются? Из ответов на подобные вопросы складываются наши представления о структуре Метагалактики. Теоретики считают, что в Метагалактике может быть несколько десятков тысяч «черных областей». Это дает основание сравнивать структуру Метагалактики со структурой куска вулканической пемзы, состоящей из множества «пустот», разделенных плотными перемиками. Подобно тому, как большой кусок пемзы вполне можно считать однородным, так и Вселенная, неоднородная в «небольших» масштабах, оказывается однородной, если ее рассматривать в огромных масштабах (во много раз превышающих характерные размеры «черных областей»). В этом случае открытие «черных областей» не противоречит представлению об однородности Вселенной, а такое представление, как известно, положено в основу современной космологии.

Вопрос о происхождении

«пустот», вероятно, надо рассматривать как часть теории происхождения и эволюции галактик. По этой теории, как считают академик Я. Б. Зельдович и ряд его учеников, на определенном этапе эволюции Метагалактики возникали сверхскопления и скопления галактик, которые потом дробились на галактики, шаровые звездные скопления и отдельные звезды. Сверхскопления образовались из гигантских плотных газовых дисков («блинов»), которые, пересекаясь в пространстве, создавали пористую структуру. Галактики возникали из вещества, сосредоточенного в стенках «пор», а внутри «пор» пространство оказалось заполненным лишь очень разреженным газом (в основном горячим и ионизированным).

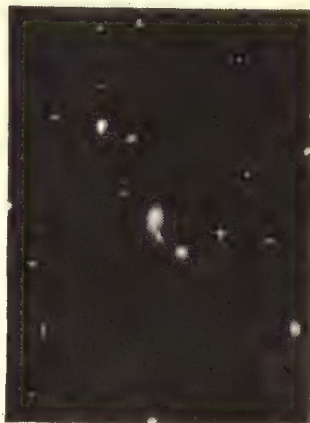
Дальнейшие наблюдения, вероятно, покажут, нет ли в «черных областях» галактик очень «слабых», пока недоступных наблюдению, и существует ли какой-то газ, заполняющий «пустоты».

### ЗВЕЗДНОЕ НЕБО НОЯБРЯ

Вблизи полуночи Кассиопея опускается к западу. Лебедь и Лира в северо-западной части неба. К западной части небосвода приближаются Пегас и Андромеда. На юго-востоке видны Телец и Орион. К зениту приближаются звезды Персея, а затем и Возничего. Близнецы видны высоко в восточной части неба, Прочион ( $\alpha$  Малого Пса) — на востоке, а низко над юго-восточной частью горизонта блестит Сириус ( $\alpha$  Большого Пса). На северо-востоке семизвездие ковш Большой Медведицы.

### ЗВЕЗДНОЕ НЕБО В ДЕКАБРЕ

Около полуночи на западе видны Кассиопея, Андромеда и Пегас; на северо-западе — Лира, выше и левее ее — Лебедь. В восточной части неба появляется Лев. Высоко над горизонтом в южной части неба сияет группа зимних созвездий — Орион, Телец, Возничий, Близнецы, Большой Пес,



Яркие галактики скопления Coma-Virgo.

Малый Пес. Высоко на северо-востоке видна Большая Медведица.

### ПЛАНЕТЫ В НОЯБРЕ — ДЕКАБРЕ

Меркурий — виден вечером в конце декабря в созвездии Стрельца; блеск планеты минус 0,7<sup>m</sup>.

Венера — в ноябре не видна, во второй половине декабря можно будет видеть по вечерам в созвездии Стрельца; блеск планеты минус 3,4<sup>m</sup>.

Марс — можно наблюдать вечерами в ноябре и декабре в западной части неба сначала в созвездии Стрельца, а затем — Козерога; блеск планеты не превысит 1,3<sup>m</sup>.

Юпитер — в ноябре не виден, в декабре — виден по утрам в восточной части неба, в созвездии Весов, блеск минус 1,3<sup>m</sup>.

Сатурн — с конца ноября и в декабре виден по утрам перед восходом солнца в созвездии Девы, в бинокль видны кольца Сатурна; блеск планеты около 1<sup>m</sup>.

### МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ В НОЯБРЕ — ДЕКАБРЕ

8—22 ноября Леониды; радиант в созвездии Льва (экваториальные координаты  $\alpha = 10^h 4^m$  и  $\sigma = +22^\circ$ ); максимум потока 17 ноября.

25 ноября—18 декабря Геминиды; радиант в созвездии Близнецов (экваториальные координаты  $\alpha = 7^h 18^m$  и  $\sigma = +33^\circ$  вблизи  $\alpha$  Близ-

# КАК ВЫ ОТНОСИТЕСЬ К СЕБЕ?

Один известный психиатр шутки ради распространил среди своих знакомых анкету, прочитав которую, они должны были ответить, к какой из перечисленных в ней групп они относят себя:

1. Доволен собой, доволен другими.
2. Доволен собой, но недоволен другими.
3. Недоволен ни собой, ни другими.
4. Недоволен собой, доволен другими.

Большинство (в том числе и автор анкеты) отнесли себя к третьей группе, следом по количеству голосов была четвертая группа, люди, довольные собой и другими, оказались в меньшинстве.

Однако это всего лишь шутка, а что же происходит на самом деле, как мы сами относимся к себе?

Эмоциональную оценку своего «я» психологи считают одной из важнейших черт человеческого характера. Знать эмоционально-ценностное отношение человека к себе важно не только для понимания личности как таковой, но и для решения проблемы общения между людьми. Готовность к общению (то, что мы в обиходе называем общительностью), выбор партнера и сам характер взаимоотношений между людьми во многом зависят от того, относится ли человек к себе со спокойным достоинством, преисполнен ли сознанием своей исключительности или же чувствует себя никчемным и жалким. Как можно измерить отношение к себе?

Наверное, идеально было бы наблюдать за своим внутренним миром «скрытой камерой», чтобы оценить именно неосознанное отношение к своему «я». Во всяком случае, во всех экспериментах исследователям приходится учитывать действие «психологической защиты». Положительное отношение к себе столь необходимо для поддержания психологического комфорта и здоровья личности, что нередко человек избегает негативной самооценки или же не хочет высказывать ее перед посторонними. (Очевидно, шуточная анкета психиатра дала негативную самооценку как раз потому, что она была шуточной, либо в ответах проявилось своего рода «кокетство» перед знакомыми.)

Некоторые психологи до сих пор считают, что в принципе не может быть адекватных средств для изучения бессознательного представления человека о себе самом. Однако эксперименты, недавно проведенные на кафедре психологии МГУ, по-видимому, доказывают противное, демонстрируя успешное применение методики, которая позволяет определить эмоционально-ценностное отношение к себе (об этом сообщает В. Смолин в «Психологическом журнале», т. 2, № 3, 1981).

В процессе развития человеческого общества человек сначала познавал окружающих его людей, образование своего «я» было вторичным, было следствием, произ-

нецов); максимум потока 12 декабря.

20—25 декабря Урсиды; радиант в созвездии Малой Медведицы. Экваториальные координаты  $\alpha = 15^{\circ}30'$  и  $\sigma = +83^{\circ}$ , максимум потока 22 декабря.

27—31 декабря Квадрантиды; радиант в созвездии Дракона (экваториальные координаты  $\alpha = 15^{\circ}24'$  и  $\sigma = +52^{\circ}$ ); максимум потока вблизи 3 января.

## ЗАТМЕНИЯ

15 декабря — произойдет частное солнечное затмение. Его наибольшая фаза достигнет 0,736. Затмение будет видно на территории на-

шей страны. В азиатской части СССР — при заходе Солнца. обстоятельства видимости затмения изложены в «Астрономическом календаре» ВАГО на 1982 год, а также в журнале «Земля и Вселенная» № 6, 1981.

30 декабря — полное лунное затмение, которое смогут наблюдать жители Урала, Западной Сибири, Средней Азии и восточных районов нашей страны. Частное затмение начнется в  $12^{\circ}52,2'$  (по московскому времени), а полное в  $14^{\circ}$ . Наибольшая фаза затмения наступит в  $14^{\circ}30,5'$ , закончится полное затмение в  $15^{\circ}0,1'$ , а частное — в  $16^{\circ}08,8'$ . Подробности видимости этого зат-

мения изложены в «Астрономическом календаре ВАГО» на 1982 год.

## ЛИТЕРАТУРА

Агеев Т. А. Звезды, галактики, Метагалактика. М., Наука, 3 изд., 1981.

Карпенко Ю. А. Названия звездного неба. М., Наука, 1981.

Климишин И. А. Жемчужины звездного неба (на укр. яз.) К., «Радянська школа», 1981.

Клыпин А. А., Сурдин В. Г. Крупномасштабная структура Вселенной. М., Знание, 1981.

Максимачов В. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах. М., Наука, 1978.

Зельдович Я. В. и Шандарин С. Ф. Черные области во Вселенной. «Земля и Вселенная» № 2, 1982.



водным от познания другого человека. В ходе дальнейшего развития отношение к себе постепенно приобретало иной характер — со временем оценка своего «я» связывалась с отношением «ко мне» других людей, иначе говоря, самооценка выступала как отражение общественных норм и общественных ценностей. Именно такие представления помогли психологам разработать методику исследования самосознания и оценки себя как личности с помощью психологической проекции.

Речь идет об использовании тестов, где отношение к себе выступает в виде проекции себя на других людей, в виде отношения к другим людям. Обычно это вымышленные персонажи, но они наделены такими чертами, что человек невольно приписывает этим персонажам свои собственные черты характера. Тонкость и мастерство экспериментатора как раз и заключается в том, чтобы испытуемый не почувствовал «подвоха», чтобы метод проекции вызывал именно невольную, неосознаваемую психологическую реакцию. В то же время выбор сюжетов с участием вымышленных персонажей, сфера деятельности каждого из них, его вымышленный характер должны быть такими, чтобы испытуемый как можно ближе подошел к своему «я», как можно полнее раскрылся.

В эксперименте московских психологов участвовали 72 студентки филологического факультета в возрасте от 20 до 23 лет. Перед началом эксперимента испытуемым пришлось подробно ответить на вопросы о самих себе. Затем каждой из участвовавших в опыте предложили высказаться о двух персонажах. Один из них, персонаж А, был фактически портретом самой испытуемой: тот же возраст, пол, близкие интересы (например, персонаж А — студентка исторического факультета), та же социальная среда. Все черты характера персонажа были даны достаточно обобщенно, чтобы испытуемые не могли сразу узнать себя, но в то же время достаточно полно чувствовали сходство.

Второй персонаж — Б — полная противоположность персонажа А. Если А — это прототип своего «я», то Б — это «анти-я». Например, если об А говорилось, что характер этого персонажа неустойчивый, легко теряющий внешнее равновесие, то Б — наоборот, человек с устойчивым, спокойным и выдержанным характером.

Испытуемые давали ответы в письменной форме, и иногда это были настоящие сочинения, занимающие 3—4 страницы печатного текста. Задание в эксперименте состояло из трех частей. Сначала предлагалось решить задачу на проницательность, то есть умение понимать других людей — качество, безусловно, необходимое и важное для будущих преподавателей. Испытуемым предлагали ответить на ряд вопросов отдельно от лица персонажей А и Б (как бы поставив себя на их место). Вот примерный круг вопросов: ради чего эта девушка поступила в высшее учебное заведение, почему именно этот вуз выбрала, как оценивает свои профессиональные

качества и перспективы, что ищет в общении с молодыми людьми, каким представляет себе своего будущего мужа? Ответив на эти вопросы от имени вымышленных персонажей, нужно было ответить на эти же вопросы, но уже со своих позиций.

Во второй части задания от лица персонажей А и Б, а потом от себя лично нужно было выполнить альтернативное задание. Например, выбрать одну из таких взаимоисключающих фраз: «Многие несчастья в жизни людей объясняются невезением» или «Людские невезения — результат собственных ошибок».

В третьем задании нужно было описать взаимоотношения, которые бы сложились между А и Б при их знакомстве, какие чувства они испытывали бы друг к другу.

В основе этих заданий как раз и лежит метод проекции, поэтому, анализируя их, можно трактовать отношение к другому лицу как результат отношения к самому себе (в случае большого сходства с персонажем А) и к личности с противоположными чертами характера (персонаж Б). Крайние позиции относительно своего «я» можно выразить понятиями «уважение» или «презрение», а крайне эмоциональные реакции на «анти-я» лежат на оси «симпатия» — «антипатия».

Оказалось, что практически для всех испытуемых вымышленные персонажи А и Б были безразличны, во всяком случае, студентки выражали свое отношение к ним без какой-либо специальной просьбы. По характеру ответов испытуемых можно было разделить на четыре группы (нечто похожее на анкету психиатра).

В итоге 74% опрошенных испытывали симпатию к персонажу, сходному по характеру со своим «я», 22% — отнеслись к персонажу, имитирующему «я», с антипатией. Исследователи считают, что оценка персонажей А и Б вызвана не положительными или отрицательными чертами характера этих персонажей, а именно особенностями личностного отношения к ним, иными словами, за отношением к А и Б стоит неосознанное отношение испытуемого к самому себе.

Как и требовалось доказать, предложенная методика дала возможность оценить эмоциональное отношение к своему «я» и «анти-я». Важно, что во время эксперимента испытуемый говорил не о себе, а о некоем другом человеке, во всяком случае, он знал, что его ответ будут интерпретировать как ответы персонажа, все это облегчало ему выражение отношения к самому себе.

В дальнейшем, по-видимому, будут исследованы самооценки различных категорий людей в зависимости от пола, возраста, от профессиональной и психологической ситуации, в которой они могут находиться. Такие оценки не только интересны сами по себе, в будущем они должны помочь психологам и педагогам правильно корректировать отношение человека к самому себе и тем самым помочь ему добиться психологического комфорта, помочь выбрать свое место в обществе.





● Распространенная на Западе вера в астрологию нашла отражение в электронике: одна из японских фирм выпустила карманный калькулятор, который, кроме математических, выполняет и астрологические расчеты. Достаточно ввести в калькулятор свой день рождения, и машинка покажет ваши перспективы на любой день в бизнесе, азартных играх, сердечных делах и даже состоянии здоровья. Дело в том, что рынок электронных калькуляторов сейчас в основном насыщен, а такое нововведение позволяет привлечь новый контингент покупателей.

● Шведский зоопарк Кольмаарден с недавних пор торгует картинами, нарисованными шимпанзе. Кусок полотна, разрисованный обезьяной в лучшем модернистском

стиле, стоит 350 крон. Деньги поступают в бюджет зоопарка.



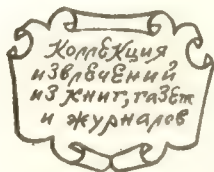
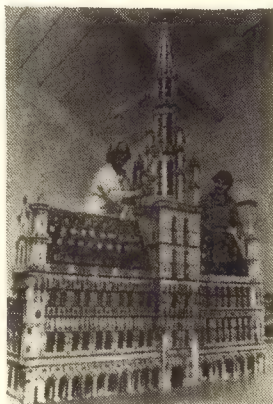
● У сапожника Герхарда Бертольда из Лейсница (ГДР) необычная работа: он ухаживает за обувью, находящейся в экспозиции местного музея. Особого внимания и немалых усилий требует уход за самым большим в мире сапогом. Этот гигант был сработан в 1925 году по случаю 600-летия обувной фабрики, высота его пять метров, а длина подошвы — 1,9 метра. На сапог ушло десять бычьих шкур и девяносто килограммов подметочной кожи. Ког-



да Бертольд его начищает, то каждый раз тратит восемь килограммов сапожного крема.

● По сообщению Международного почтового союза, в 1980 году в мире насчитывалось 500 тысяч почтовых отделений, в которых работало пять миллионов служащих. За год они обработали свыше 230 миллиардов писем, не считая посылок, телеграмм и прочей корреспонденции.

● В 1979 году широко отмечалось тысячелетие Брюсселя. Одна датская фирма, выпускающая строительные наборы для детей, состоящие из пластмассовых кирпичиков с соединительными выступами и отверстиями, по случаю праздника построила из своей продукции копию центральной гостиницы Брюсселя. Высота модели — 360 сантиметров. В прошлом году модель демонстрировалась в США, а после возвращения из-за океана заняла место в одном из музеев Дании.







общего не имевшими со вчерашними паническими воплями самца.

Между тем совсем рас-свело. Улары еще несколько минут потоптались на скале, затем сорвались с места и с пронзительными криками, описывая широкую дугу в стремительном своем полете, скрылись в балке.

Осматриваю место ночле-га птиц. Небольшой, около тридцати сантиметров шириной уступчик на почти отвесной скале защищен сверху каменным выступом. Две кучки помета. Где же гнездо? Идет период от-кладки яиц, но самки, по-видимому, на гнездах сей-час не ночуют, несмотря на довольно сильные еще но-чные заморозки.

Вообще найти гнездо ула-ра удастся довольно редко. Самка тщательно выбирает укромные места среди ка-менных россыпей и скал, разбросанных по просторам горных лугов. По цвету и рисунку оперения она почти не отличается от камней, и заметить ее, сидящую на яйцах, очень трудно. Можно пройти совсем близко от гнезда — уларка ни движе-нием, ни голосом не выдаст своего присутствия. Спут-

нуть ее можно, только при-близившись вплотную.

Немало рассветов при-шлось мне встретить на же-стких и холодных скалах, прежде чем посчастливи-лось найти первое гнездо этой осторожной птицы.

...Ветреным майским ут-ром сидел я, скорчившись, на небольшом малокомфор-табельном выступе скалы. Сидел, проклиная свежесть горного воздуха и свое лег-комыслие: не взял на этот раз спального мешка. Но где-то здесь должно было находиться гнездо улара.

Рассветало. Остывшие за ночь камни дышали прохла-дой, от которой по телу время от времени пробега-ла легкая дрожь, а нижняя челюсть весело подпрыги-вала. Время текло неторо-пливо. Около шести часов, когда солнце уже вызоло-тило снежные вершины Главного Кавказского хреб-та, послышалось негромкое хлопанье крыльев. Осторо-жно поворачиваю голову на шум: недалеко внизу на ка-менном гребешке сидит уларка. Птица глянула в од-ну сторону, в другую и, слегка покачиваясь, деловой походкой направилась к скалам подо мною, скры-лась из глаз. Через деся-

ток минут и я стал спус-каться туда, двигаясь вдоль стены. Скалы. У подножия ее — маленький куст колю-чего можжевельника. Отту-да и выпорхнула уларка, когда я приблизился вплот-ную. Точнее, не выпорхну-ла, а вывалилась. Споты-каясь и падая, взъерошив перья и беспомощно хлопая крыльями, она покатилась вниз по склону, упала в каменную россыпь и стала биться там, словно раненая. Можно вообразить себе, ка-кой соблазн представляла бы она сейчас для хищни-ка!

В можжевельнике, защи-щенные сверху каменным выступом, лежали в небре-жно выставленной перьями ямке шесть зеленоватых, с коричнево-красными кра-пинами яиц. Впервые най-денное в заповеднике гнез-до улара с яйцами!

Хорошо, что безлюдны горы! Иначе немало был бы смущен посторонний на-блюдатель диким подобием неистовой пляски ошалев-шего от удачи зоолога!

Между тем птица, убе-дившись, что ее трюк не привел к ожидаемому ре-зультату, перестала имити-ровать раненую. С тихим глухим поквохтыванием пе-



ребегала она с места на место метрах в пятидесяти от гнезда, пока я мерил и взвешивал яйца. После моего ухода она почти тотчас вернулась к гнезду.

В дальнейшем я уже неоднократно находил гнезда уларов. Чаще уже старые, изредка — с яйцами. Тип расположения гнезда очень стандартен. Сверху оно обязательно защищено каменным выступом. Это во-первых. Во-вторых, птица выбирает такое место, с которого открывается широкий сектор обзора вниз и поперек склона. Подойти к гнезду незамеченным совершенно невозможно. Уларку же, сидящую на яйцах, не видно ни сверху, ни снизу — откуда гнездо тоже прикрыто либо кустиком можжевельника, либо выступающим из земли камнем. И тем не менее кладки уларов гибнут нередко: чаще всего гнезда разыскивает куница, иногда лиса. Случается, что и альпийские галки, эти умные и вездесущие птицы, обнаруживают гнезда и, уловив момент, растаскивают яйца.

Да, нелегко уларке сохранить кладку и дождаться, когда на двадцать восьмой день насиживания появятся на свет птенцы — серые пушистые комочки. Но только теперь начинаются настоящие волнения и тревоги — тем более что забота о потомстве в семье уларов ложится целиком на плечи самки: беспечный самец, видимо, считает, что воспитание детей не входит в его обязанности. В этот период самцы собираются в небольшие стайки и, прячась в са-

мые глухие скалистые ущелья, кочуют по высокогорью — у них в это время идет линька. Самка же не всегда успевает и поест как следует — нельзя ни на минуту ослабить бдительность, любая из таких минут может стоить жизни ее потомству. Века эволюции выработали в уларах постоянную настороженность и моментальную реакцию. Цыплята в первые же дни жизни мгновенно реагируют на подаваемые матерью сигналы. Вот ее зоркий глаз заметил парящего в поднебесье беркута. Хищник тоже увидел добычу. Он с глухим шумом, черным метеором рассекает воздух. Жизнь или смерть — решают мгновения. Уларка издает отрывистый, едва слышимый звук — и выводок будто растаял, растворился, слился с камнями и кочками. Самка тоже исчезла: каким-то неуловимым движением скользнула и скрылась между обломков скал. Орел резко затормозил, распахнул широкие крылья, покружил над местом, где спрятались выводок, и полетел прочь. Самка покидает убежище, тихим поковытыванием созывает выводок.словно из-под земли появляются цыплята и сбегается к ней.

Через неделю-две подростки птенцы уже могут подниматься на крыло, но делают это только в случае крайней необходимости. Обычно же птицы убегают от опасности вверх по склону, стремясь спрятаться в камнях. Такой способ не всегда приводит к благополучному исходу. Конечно,

человек не в состоянии догнать бегущего вверх уларенка, но четвероногий хищник делает это легко. Стоит птенцу растеряться, замешкаться на секунду, и, не успев взлететь, он оказывается в зубах у лисы или куницы.

Не только от хищников приходится уларке оберегать птенцов. Небезразличны им и капризы непостоянной альпийской погоды. Пуховички очень чувствительны к дождю и мокрому снегу: намочивший птенец быстро остывает и погибает от переохлаждения.

Несмотря на всю бдительность, уларке редко удается сохранить до осени весь выводок. Чаще всего остается лишь два-три птенца, а порой погибают и все. Во второй половине лета в высокогорье нередко встречаются одинокие самки улара. Или выводки с двумя самками — это линившаяся цыплята уларка в материнской тоске присоединилась к чужому выводку. «Хозяйка» не гонит ее, словно понимая, сочувствуя, позволяет ходить вместе с собой и своими птенцами.

К осени птенцы взрослеют и крепнут. Теперь их уже нелегко поймать хищнику, не страшна им и непогода. Материнская опека уже не нужна.

К зиме улары объединяются в небольшие стаи и кочуют по склонам до наступления весны. А в марте начинается разбивка на пары — близится новый брачный период, новое повторение годового извечного цикла...

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.  
Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. илл. отд.), В. М. НЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор В. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда». «Наука и жизнь». 1982.

Сдано в набор 20.07.82. Подписано к печати 30.08.82. Т 14389. Формат 70×108<sup>1/8</sup>.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. кр. отт. 18,2.  
Тираж 3 000 000 экз. (1-й завод: 1—1 850 000 экз.) Изд. № 2299. Зак. № 2897.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865, ГСП, Москва, А-137, ул. «Правды», 24.



# УЛАРЫ

КАСПИЙСКИЙ

КАВКАЗСКИЙ



ГИМАЛАЙСКИЙ



♂

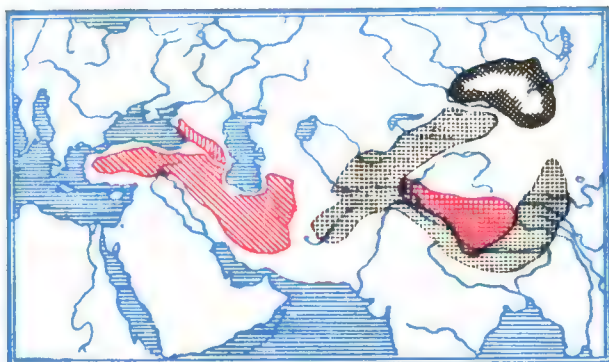


♀

ТИБЕТСКИЙ



АЛТАЙСКИЙ

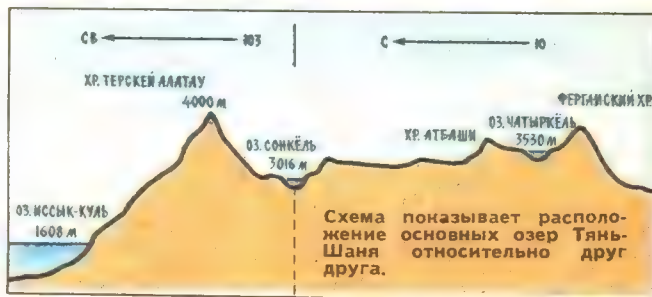


-  кавказский
-  каспийский
-  гималайский
-  алтайский
-  тибетский



## ВЫСОКОГОРНЫЙ ОАЗИС ТЯНЬ-ШАНЯ

На высоте около трех тысяч метров над уровнем моря — лесной пояс Тянь-Шаня. Растут здесь главным образом тянь-шаньская ель и арча. Тянь-шаньская физио-географическая станция Академии наук Киргизской ССР, расположена в долине реки Чон-Кызылсу.







Будущие космические долгожители — А. Н. Березовой (справа) и В. В. Лебедев готовят-ся к очередной тренировке.

— Родается новая область астрофизики, — говорит Даниэль Сакот, один из создателей научной программы советско-французской экспедиции, — для нас эксперименты «Пирамид» и «ПСН» имеют большое значение, по сути, сейчас отрабатываются новые методы наблюдений. Со временем можно будет перейти к исследованию с автоматических станций, но для этого необходимо тщательно проанализировать результаты работы космонавтов. И то, что пленки будут возвращены на Землю, имеет огромное значение — ведь по телеметрическим каналам чрезвычайно сложно передавать такую информацию.

И вот уже пора собираться в обратный путь.

— Мы не отпустим Кретьена, пока он не поднимет нам орбиту, — пошутил в одном из сеансов Березовой. Но действительно, 1 июля с помощью корабля «Союз Т-6» была проведена коррекция орбиты всего комплекса — он перешел на более высокую орбиту, а включение двигателя корабля позволило проверить его работу перед спуском.

Владимир Джанибеков, Александр Иванченков и Жан-Лу Кретьен перенесли в свой «Союз» кассеты с пленками, ампулы, часть оборудования.

Потом была посадка. «С точностью великопленного хронометра», — как сказал на пресс-конференции Жан-Лу Кретьен.

На встречах в Москве и Париже, в Центре управления полетом и в Звездном город-

ке члены советско-французского экипажа говорили о том, что они уверены: в ближайшем будущем состоятся новые старты, в которых вместе с советскими космонавтами примут участие и их французские коллеги.

Наверное, так и будет...

Уже этот полет показал, что французских летчиков, устремленных в космос, и наших космонавтов объединяет многое и главное — понимание своей высокой миссии, ее важности в самом широком смысле. Вспомните слова замечательного французского пилота и писателя, открывшего людям тайны и неповторимость Полета, мысли и сердце Летчика: «Его величие — в сознании ответственности. Он в ответе за самого себя, за почту, за товарищей, которые надеются на его возвращение. Их горе или радость у него в руках. Он в ответе за все новое, что создается там внизу, у живых, он должен участвовать в созидании. Он в ответе за судьбы человечества — ведь они зависят и от его труда».

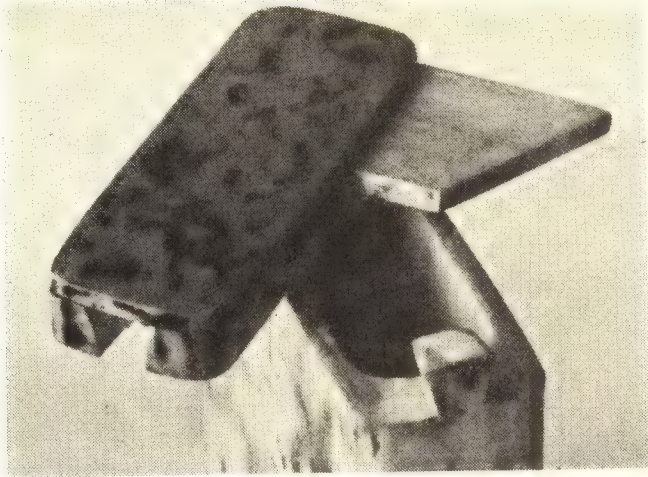
...Сент-Экзюпери...

...Летчики полка «Нормандия-Неман»...

...Космические пилоты...

...Высокая миссия стартующих во Вселенную, чтобы познавать и созидать, объединять усилия народов для дел важных и благородных...





## СЕКРЕТ ПОРТСИГАРА

А. КАЛИНИН.

«Этот портсигар с 1937 года никто не смог открыть, его надо открывать против мыслей человека», — говорит Константин Александрович Печинкин, замечательный мастер работ по дереву из города Шенкурска Архангельской области. С этими словами он передает мне небольшую лакированную коробочку.

Известно, что русский Север — надежный хранитель (да и создатель) национальной культуры русского народа. Здесь остались живы самобытные обряды, песни, предметы искусства и быта. Есть такое понятие — связь времен. На Севере эта

связь наиболее прочна, здесь она меньше, чем в других местах, разорвана бурным двадцатым веком.

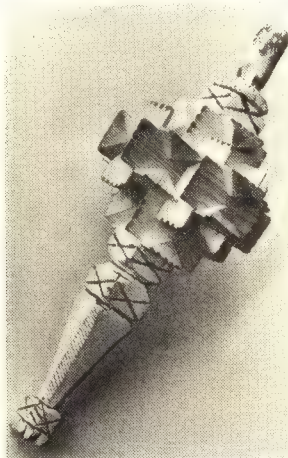
В Шенкурском краеведческом музее целая витрина занята работами Печинкина. Он делает оригинальные головоломки — погремушки (шаркунки), резные пирамиды, деревянные ударные музыкальные инструменты.

В 1929 году Печинкин работал на сплаве на реке Пинеге и там, когда жил в лесной избушке, видел, как кто-то из сплавщиков вырезывал шаркунки одним ножиком. Это он запомнил на всю жизнь. Потом до семидесяти лет не занимался деревянными поделками — других забот хватало. И только в 1974 году сделал первый раз по памяти несколько шаркунок. Ими заинтересовались работники музеев.

— Все делаю из досточек, — продолжает Константин Александрович, — без клея и гвоздя, каждую досточку в зажим. Меня занимает разнообразие поделок, придумываю сам. Конечно, делаю и переделываю, но добиваюсь задуманного.

— А что это за портсигар

Шаркун — русская народная погремушка-головоломка.



с секретом, который вы показали?

— Дело было до войны, в Кеми. Это на побережье Белого моря, напротив Соловецких островов. Там на шпалорезном заводе один рабочий показал брату особенный портсигар с секретом и рассказал, как его открывать. Фамилию брат не называл, а теперь уж не спросишь, — его самого нет в живых: война забрала.

Несколько таких портсигаров Константин Александрович сделал по рассказу брата. И не нашлось ни одного человека, который смог бы раскрыть секрет их запора. Деталей в портсигаре семь, а чтобы его открыть, нужно сделать в определенном порядке шесть движений. Причем у хозяина этой вещицы все движения сливаются в одно, и портсигар открывается мгновенно.

В первоначальную конструкцию Печинкин ввел усовершенствование. Дело в том, что раньше портсигар мог случайно открыться, когда его долго крутили в руках. Правда, это только увеличивало недоумение того, кто пытался разгадать секрет. Все равно нельзя было понять, как тот открылся. А потом портсигар так же случайно закрывался... Теперь, после усовершенствования, его случайно уже не открыть.

В чем же секрет? Посмотрим на чертеж, который мы приводим здесь для тех, кто захочет сделать себе такой портсигар-головоломку. В основании крышки портсигара имеется запорный элемент — замок 4, который не дает сдвинуть крышку. В подвижном клине 3 есть фигурный паз. Если замок переместить в этот паз, то портсигар откроется. Чтобы это произошло, необходимо выполнить шесть движений. 1) Перевернуть портсигар вверх дном (это значит «против мыслей человека»). 2) Поставить клин 3 под углом 90° к корпусу портсигара. Угол поворота клина задает мастер, когда делает портсигар. Для каждого экземп-





# О Б Р А З Н Ы Й Я З Ы К И НАУЧНЫЕ ГИПОТЕЗЫ

Доктор биологических наук А. МАЛЕНКОВ и И. КОЛОТЫГИНА.

**Пошевели мозгами.** Каждый не раз слышал этот не слишком вежливый, но в общем-то дружеский призыв мыслить. Недавно японские нейрофизиологи, применив изощренную технику эксперимента — введя прямо в мозг тончайшие световоды, — воочию увидели, что нервные клетки действительно «шевелиются», то есть совершают движение наподобие амёб. Эти движения усиливаются в периоды интенсивной работы мозга. Так что выражение «шевелить мозгами» имеет буквальный смысл.

Случайно ли устойчивый оборот образной разговорной речи точно отразил сущность явления, глубоко скрытого от невооруженного взгляда, или же такое совпадение закономерно? На первый взгляд такая постановка вопроса звучит не более чем шуткой. Но в начале девятнадцатого века никто, кроме Шлимана, не верил, что в «Илиаде» Гомера точно указано местоположение Трои. Та же история повторилась при поисках Ниневии Лейардом, который под одним из ничем не примечательных глиняных холмов Месопотамии в точном соответствии с библейской версией нашел руины этой столицы Ассирийской державы. В обоих случаях буквальное прочтение, кажущееся первоначально наивным и даже нелепым, приводило к весьма плодотворным научным результатам...

Разговорная речь, ее богатство, точность, выразительность, образность рождены столетиями, десятки поколений отбирали и шлифовали устойчивые ее обороты. Так почему же не принять в качестве вероятного, что многие такие обороты действительно обладают эвристической силой, то есть способностью при тщательном их анализе открывать сущность явлений? Ведь, как справедливо писал П. Валери, «в глубинах времени и ясности в обход душа свое богатство создает» — наши понятия первоначально рождаются в результате длительного деятельного опыта, в том числе неосознаваемого. Позднее коллективная практика, сознание подвергают их строгой и всесторонней проверке. Вот почему эти

понятия могут нести прямые сведения о таинственных для нас процессах мышления, проявлениях духовной жизни.

**Память. В глубинах памяти. Прорезалось в памяти. Всплыло в памяти. Мысль вертится в голове. Мелькают догадки. Провал в памяти.** При чтении этих оборотов возникает наглядный образ памяти — это нечто объемное, имеющее глубину, то, в чем можно всплывать, вообще двигаться. Вспоминают путем случайных, повторных, стремительных блужданий по этому таинственному пространству, в котором можно заблудиться. Не говорит ли об этом слово «заблуждение», столь часто употребляемое для обозначения ошибочных идей?

В обиходе современной науки бытуют три варианта гипотезы о том, как организована память. Одни исследователи считают, что информация записывается в мозге в больших молекулах, структурные единицы которых выполняют роль букв или слов. Другие склонны думать, что важнейшими элементами памяти являются особые соединения между нервными клетками — синапсы, которые изменяют свои свойства под влиянием важнейшей информации. И, наконец, третьи — согласны с мнением ведущего исследователя в области памяти академика Михаила Николаевича Ливанова. Память, по Ливанову, можно наглядно представить в виде сложного объемного узора, меняющегося во времени таким образом, что между отдельными частями мозга, вовлеченными в совместную работу при первоначальному восприятию события, возникают и сохраняются согласованные ритмы. Представьте себе многомиллионный ночной город: окна домов освещены, причем свечение каждого окна, этажей, целых домов подчинено сложным ритмам. Отдельные люди, кварталы, улицы, районы ведут друг с другом разговор ритмами этой световой музыки.

Очевидно, что наглядный образ памяти, складывающийся, когда мы вслушиваемся в устойчивые обороты разговорной речи, гораздо лучше согласуется с представлениями о ритмической природе памяти, чем



с гипотезами о молекулах памяти или синаптическом ее механизме. Ритмические узоры в мозге, возникновение временной согласованности ритмов между разными его отделами, участвующими в запоминании события, недавно показаны экспериментально. Открытый мозг — это возможно во время операций — освещали ультрафиолетовыми лучами, в которых видно люминесцентное свечение молекул НАД-Н — важнейших трансформаторов энергии, и таким образом могли следить за изменением концентрации этих молекул в нервных клетках. А концентрация этих молекул меняется вместе с электрической и метаболической активностью клеток. Так вот, люминесцентное свечение мозга действительно напоминает картину ночного города, в котором жители переговариваются друг с другом мельканием света в окнах своих домов.

**Бродят мысли в голове. Закралась мысль. Мысль оседела. Мысль взбрела в голову. Мысль сверлит. Отключаются от мысли. Ошарашен мыслью...** Различные способы появления и движения мысли — когда-нибудь и им будет, наверное, найдены соответствующие механизмы. **Глубокая мысль. Поверхностная мысль. Молкая мыслишка. Мысль, как и память, имеет объем. Светлая мысль. Яркая мысль. Прозрачная мысль. Туманная мысль. Четкая мысль.**

У мысли есть своя четкая структура, и она может быть охарактеризована по степени видимости, осознанности этой структуры. Яркая мысль. Соответствуют ли ей более интенсивные процессы в клетках, не будет ли более ярким при такой мысли свечение НАД-Н?

**Это поразило его до глубины души. Сознать в глубине души (душа, оказывается, как мысль и память, имеет объем!). Большая душа. Широкая душа. Сомнение закралось в душу (то есть душа больше «по объему» отдельного чувства, мысли). Душа поет. Что-то непонятное творилось в его душе. В душе он осознал. Душевное движение. В душевный порыв. Полет души.** Нам предстоит еще понять точный смысл этих выражений. Пока лишь ясно, что они характеризуют различные состояния психики, но когда-нибудь нам наверняка будет более ясен смысл этих различий, их природа на разных уровнях организации материи, включая функции мозга.

**Любовь с первого взгляда.** Этот оборот разговорной речи фиксирует важнейший факт — способность человека (а в принципе, вероятно, и некоторых высших животных, дельфинов, например) мгновенно определять высокое соответствие двух личностей. Соответствие с какой точки зрения? Кто может определить и оценить объективно это соответствие, понятие в данном случае вроде бы сугубо субъективное, недоступное для внешнего мира, — тайну двух? Или же тут есть и объективная мера — высокая вероятность или надежда оставить совершенное потомство?

**Немыслимая чепуха.** Значит, есть чепуха мыслимая? А следовательно, есть вещи и явления реальные и существующие, а

могут быть мыслимые в противопоставление немислимым. Значит, не все может быть даже мыслимо, и даже мыслимые меры имеют свои естественные ограничения. В чем ограничения — вот еще один вопрос, подсказанный внимательным отношением к нашему языку.

Многое можно извлечь не только из существующих оборотов разговорной речи, но и из факта их отсутствия. Например, «мысль родилась», но нельзя сказать «мысль умерла». В этих случаях мы говорим о смерти идеи, гипотезы, теории, оказавшейся ложной. В отсутствии такого оборота заключена великая истина бессмертия мысли, идеи преодоления смерти с появлением мышления.

О многих сложных и высоких явлениях природы и человеческой психики — таких, как память, мысль, любовь, — трудно или невозможно получить сведения привычными методами естественных наук, в которых царит число, численная мера. Тут явно требуются иные подходы, ближе стоящие к художественному творчеству. И не послужит ли анализ разговорного языка — этой питательной среды поэзии и литературы — тем мостом, который свяжет два основных подхода к познанию человека — гуманитарного и естественнонаучного?

Обороты разговорной речи могут дать полезную пищу для размышления и в обширной области физиологических наук. **В сердце екнуло. Каким процессам это соответствует? Душа ушла в пятки, сидит в печенках, дыхание сперло, защемило в груди** — каждому из этих и подобных выражений наверняка соответствует конкретный физиологический механизм, а сами выражения фиксируют явления, которым надо искать объяснения.

**Пища для ума. Можно умереть от скуки.** Не говорят ли эти выражения о совершенно исключительной роли внешних впечатлений для работы, развития и существования мозга? Эта роль, конечно, лишь в малой степени осознана в педагогике.

Работая с устойчивыми оборотами речи, следует иметь в виду, что есть среди них и имеющие явный назидательный смысл — сюда относятся по большей части пословицы и поговорки или исторически обусловленные, взятые из литературы и привязанные таким образом к конкретным ситуациям. Не исключено, однако, что и такие обороты могут нести двойной смысл — исторически обусловленный и второй — вскрывающий механизмы формирования понятий.

Вторжение в научный язык массы специальных терминов, особенно тех, что являются «кальками» с английского, подчас создает помеху мышлению людей, занятых наукой. Происходит отрыв мышления от своего естественного субстрата — родного разговорного языка. Это порождает систему плоских штампов вместо системы понятий. Вместо животного удивления перед неизвестным явлением — набор готовых ответов из готовых терминов. А ведь устойчивые обороты разговорной речи точно отражают явления. Почему бы не

использовать их максимально широко и в языке науки? Разве специальные термины, особенно чуждые родному языку, точнее? Ведь, как правило, для этих терминов нужно давать определения, а, как известно, для сложных понятий нельзя давать корректных определений так, чтобы посредством таких понятий можно было создать замкнутую, логически непротиворечивую систему. В математике это было строго доказано Геделем еще в первой четверти нашего века.

Явления мира, особенно связанные с человеком и его психикой, многомерны. Понятия, их отражающие, также должны быть многомерны. Этому требованию как нельзя лучше соответствуют устойчивые обороты разговорной речи — эти крупицы, искорки поэтического восприятия мира. Очевидно, что поэтическое воспитание, язык поэзии обладают огромной емкостью и точностью, на многие порядки превосходящие емкость и точность сухого терминологического языка науки.

## ● КОММЕНТАРИИ

# ЧТО ФИКСИРУЕТ ЯЗЫК И ЭПОС?

Академик Б. КЕДРОВ.

В любопытной заметке И. Колотыгиной и А. Маленкова поставлено сразу несколько вопросов, в которых затрагиваются очень разные области научного знания. Мне хочется расчленить эти вопросы, чтобы показать источники того, что авторы иногда удачно, а иногда, на мой взгляд, не совсем удачно называют научными гипотезами.

Народный эпос может сохранить в себе информацию о реальных исторических событиях или природных явлениях — землетрясениях, наводнениях, солнечных затмениях и т. д., — пережитых народом, примеры чего приводят авторы. Но и тут необходим критический подход, например, к легенде об Атлантиде или о граде Китеже, а также о прилетах инопланетян в далеком прошлом на нашу Землю.

В отличие от поддающейся фактической, эмпирической проверке конкретной информации о событиях прошлого, сохранившейся в народном языке и эпосе, фантазия народов создала множество сказочных образов. Фантазия народа как бы предсказывала возможность и даже направление будущих технических изобретений. Вспомним ковер-самолет, подводное царство (прообраз водолазов, аквалангов, подводных стан-

ций), всевидящий алмаз (прообраз телевизора), издалека доходящий звук голоса (прообраз телефона и радио) и многое другое. Основой фантазии служили здесь реальные явления природы: птицы летают; почему же не мог бы летать и человек? В воде живут не только рыбы, но и млекопитающие; почему же не могли бы жить там и люди, например, Садко? Глаз видит очень далеко; отчего же нельзя видеть еще дальше (телескоп) и вообще все, что захочется, где бы оно ни находилось (телевидение)?

Но очевидно, что источник догадок здесь совершенно иной, нежели в первом случае, здесь речь идет о воображении, то есть о фантазии, проводящей пути к реальному будущему, а тогда речь шла о памяти, сохранившей в себе следы, отпечатки реального прошлого.

Совершенно иными представляются мне образные выражения в народном языке, подобные совету «пошевели мозгами». Это только образ, в котором, как кажется, не следует искать буквального значения, а понимать его надо исключительно в переносном смысле: «пошевели мозгами» значит «поразмыслить», «порассуждать». Мысль, рассуждение свободны в

своем движении, в своих полетах, а вот мозг заключен в тесную черепную коробку. Он там не может двигаться, передвигаться с места на место. А так как застывшее, неподвижное не может родить чего-то нового (вроде мысли или рассуждения), а движение тут жестко ограничено, то и родился образный призыв «пошевели мозгами».

Искать же здесь аналогию с тем, что нервные клетки в мозгу действительно шевелятся, мне кажется натяжкой, так как никакого даже отдаленного намека на связь этого нейрофизиологического открытия с разговорным выражением «пошевели мозгами» нет. Скорее уж здесь можно было бы усмотреть косвенную догадку о связи между мозгом и мышлением в качестве его функции: чтобы поразмыслить, надо обязательно «подвигать», «пошевели мозгами», то есть заставить орган мышления работать.

Кстати, если продолжить рассуждение авторов, то следовало бы искать такого рода аналогии и с другими подобными выражениями, например, «раскинуть мозгами». По этому случаю я вспоминаю, что когда в годы первой русской революции был убит бомбой, брошенной Каляевым, московский генерал-губернатор Сергей Александрович (дядя царя, исключительно тупой и бездарный сановник), в Москве острили, что это первый случай, когда Сергей Александрович «раскинул мозгами». Но ведь нельзя же видеть здесь какую-то действительную связь с образным разговорным выражением, которое



должно пониматься только в переносном, но не буквальном смысле.

Особенно интересны, как мне кажется, приведенные авторами примеры того, как понятиям духовного порядка, заведомо непространственной природы, приписываются черты физического характера — объемности, освещенности, добавлю от себя — осязаемости, — например, «твердость духа», «мягкость характера» и т. д. Я бы искал здесь прежде всего ассоциаций с художественным эстетическим восприятием действительности, что и делают авторы, но не с физической основой соответствующих психических явлений, например, в случае представления о глубине памяти как о понятии якобы объемного порядка. Говорят, например, об **углублении** в сущность явлений, о **менее глубокой** и **более глубокой** их сущности, но ясно, что здесь налицо только образное выражение, только чисто условное сопоставление с представлением о физической глубине, но ничего «объемного» в пространственном смысле здесь нет, и нет никаких источников для создания научных гипотез. Иначе всем вообще разговорным выражениям можно будет подыскать и вложить в них вовсе не свойственный им смысл. Например, выражение «мысль проявилась» или «просветлела» (подобно прояснению пасмурного по началу дня) истолковать как указание на функционирование в мозгу некоторых элементарных процессов электромагнитного порядка, которые улавливаются тончайшими физическими приборами.

Поиск обязательно буквального смысла в образных разговорных выражениях, имеющих лишь переносное значение, равно как и в народном эпосе, может легко привести к недоразумениям и прямым ошибкам. Так, легенды о воскрешении из мертвых, об оживлении не мнимых, а действительных покойников, конечно же, нельзя рассматривать как один из источников научных гипотез. У них свой

реальный источник в годовом кругообороте природных явлений: зима (умирание природы) — весна (ее воскрешение вновь). Но и тут можно найти особенные каналы, по которым движется ток народной мысли.

Так, легенда о мертвой и живой воде, на мой взгляд, в сказочно-художественной форме своеобразно имитирует переход от анализа расчленения живого целого к синтезу (воссозданию живого в его исходной целостности). В этом именно смысле (а не в буквальном: оживление убитого и разрезанного на части человека) можно, мне думается, истолковать истинное познавательное значение легенды о мертвой и живой воде.

Кстати сказать, именно так я попытался в популярной форме разъяснить соотношение между классической ньютоновской картиной мира, построенной на основе аналитического метода, и современной релятивистской эйнштейновской картиной, опирающейся на теоретический синтез. Подобно тому, как первая оказалась исторически и логически предпосылкой второй, так и в нашем народном эпосе мертвая вода выполняет функцию подготовки применения живой воды (то есть воссоздания предмета в его исходном виде).

К такому образу мне пришлось прибегнуть на широком собрании в ЮНЕСКО, где в 1965 году состоялся симпозиум, посвященный 10-летию со дня смерти А. Эйнштейна: аудитория была самая пестрая, состояла главным образом из старичков пенсионеров и школьников, так что генеральный директор ЮНЕСКО меня заранее предупредил, чтобы мой доклад был предельно прост и понятен для не искушенного в физике слушателя. Как оказалось потом, русская сказка о мертвой и живой воде здесь очень пригодилась при объяснении сложных взаимосвязей между материей, движением, пространством и временем, отраженных в учении Ньютона и в учении Эйнштейна.

Замечание авторов о «любви с первого взгляда»

считаю глубоко верным, хотя не вижу в нем источника к какой-либо новой научной гипотезе. Это (без всякого отношения к разговорному языку) достаточно хорошо объяснено было Дарвином и его последователями, а еще раньше на идеалистической почве (со ссылкой на «дух человеческого рода») пытался разобраться в этом мистический философ Шопенгауэр в своей «Метафизике любви».

Совсем особо стоят вопросы терминологии и соотношения между разговорным и научным языками. Здесь не может быть никакого однозначного решения и все зависит от конкретной ситуации. Может случиться, что разговорный язык подскажет науке удачный термин, который выразит суть нового понятия и приживется в науке. Так было, например, с термином «спин», введенным в атомную физику в 1925 году («спин» значит веретено). Надо было выразить способность электрона принимать два различных квантовых значения:  $+\frac{1}{2}$  и  $-\frac{1}{2}$ , чему образно соответствовало вращение веретена по часовой стрелке и против часовой стрелки (хотя, как оказалось потом, речь шла вовсе не о вращательном движении).

Другой пример, отрицательного характера: при открытии закона сохранения и превращения энергии в середине XIX века первоначально вместо термина «энергия» примерно четверть века физики оперировали термином «сила», замаскированным из разговорного языка, и это создавало большие трудности и приводило нередко к серьезным понятийным недоразумениям из-за многозначности термина «сила». Иногда же разговорный язык, родившийся из опыта непосредственных ощущений, содержит результаты прямо ошибочных представлений, которые он удерживает в силу своей удивительной живучести. Так, до сих пор говорят «солнце восходит и заходит», и это почти 500 лет после Коперника. Напротив, когда сознательно вводят в науку образные

характеристики, свойственные разговорному языку, причем учитывается заведомо условный, переносный их смысл, получаются

весьма удачные термины, вроде «очарованные частицы», «странность» как свойства элементарных частиц.

## ЯЗЫК—ОРУДИЕ МЫШЛЕНИЯ

Доктор филологических наук Л. СКВОРЦОВ.

Авторы статьи «Образный язык и научные гипотезы» явно преувеличивают «эристическую силу» устойчивых оборотов и не учитывают некоторых важных собственно лингвистических сторон выдвигаемых ими гипотез.

В разговорной русской речи закреплены многие вековые практические наблюдения, выводы, приметы, сформулированы оценки и правила поведения, отражающие очень разные хронологические пласты, в том числе весьма отдаленные от нас — вплоть до языческих времен. Сравним такие слова и выражения, как *чураться* кого или чего-нибудь, *чур-меня*, *очертя голову*, *вилами по воде писано*, и многие другие.

Конечно, закрепляя опыт многих поколений, накапливая и шлифуя традиции, язык в своих устойчивых оборотах может буквально «наложиться» на существо тех или иных явлений, открытых биологами и психологами в наши дни с помощью современной науки и техники.

Однако не надо забывать о том, что биологический и психологический уровни в целом общечеловечны, а разговорная речь прежде всего национальна, и представления об одних и тех же биопсихологических процессах в разных языках, как правило, будут выражены по-разному. Например, русскому обороту *любовь с первого взгляда* (то есть по первому впечатлению) соответствует метафорическое выражение французского языка *coup de foudre* (буквально — «грозовой разряд», удар грома и молнии).

Такие разговорные обороты в разных языках иног-

да могут и совпадать по смыслу — в результате взаимных переводов, калькирования и т. п. Но дело даже не в этом.

Трудно представить, чтобы разговорная речь, сам механизм языка «опустились» до глубин молекулярного уровня, самонаблюдения за деятельностью, скажем, нейронов. По своему главному назначению и происхождению язык направлен на внешний мир, на осмысление связей человека с другими людьми, с природой, трудовой общественной деятельностью и т. п. Язык — важнейшее средство общения, непосредственная действительность мысли и орудие мышления. Самого мышления, а не инструмент изучения его на уровне биопсихологии.

Не следует сбрасывать со счетов и случайные совпадения и простые особенности разговорной речи. *Немыслимая чепуха* — это обычное усиление в пределах разговорного стиля, имеющее свое историческое объяснение. К таким же усилениям относятся народные речевые формулы: *путь-дорога, весна-красна, горе-злосчастье, горе горькое* и т. п. *Немыслимый* — значит невозможный, такой, которого нельзя представить в мыслях, вообразить (*несусветная чепуха* — в том же значении).

А что конкретно следует (да и следует ли?) видеть в таких, например, конструкциях, как *это ему на роду написано* (не генетический ли код?!), *звенит (или шумит) в голове* (не звуковой ли резонанс клеток, нейронов?), а также *набекрень, врезаться в память, дырявая память, прокрутить в памяти, стереть*

из памяти, сверлит голову мысль, влезть в душу и т. п.?

Древними представлениями о внешнем мире объясняется антинаучность таких обычных для нас оборотов, как *солнце село (закатилось, вошло)*, *звезда упала* и т. п. Религиозным и метафизическим догматам обязаны своим появлением рассуждения о бессмертии души и вечности разума, о магической силе некоторых чисел.

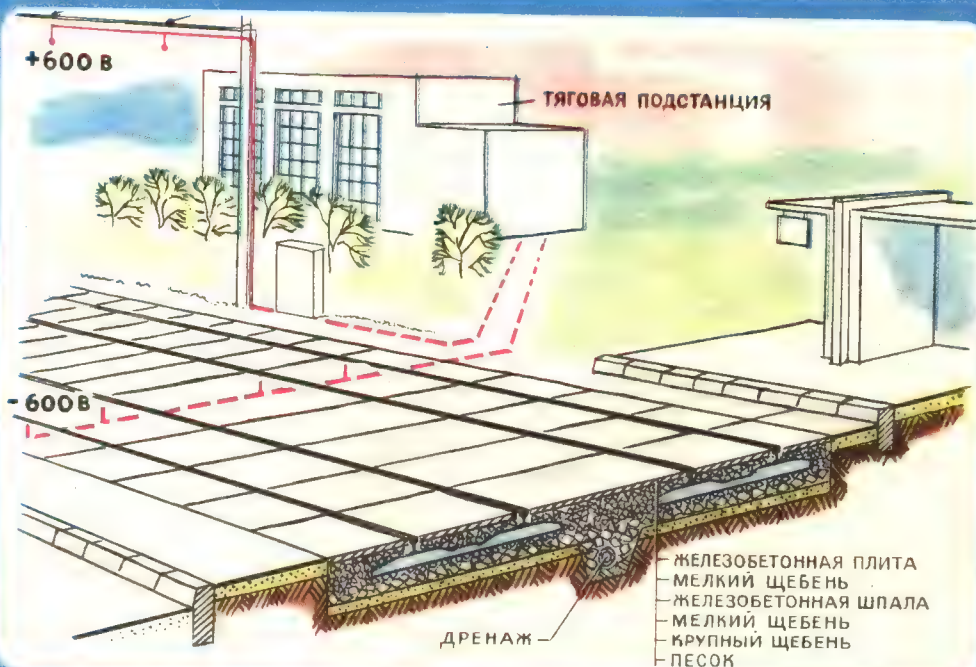
Что касается, например, *глубин памяти*, так восхитивших авторов, то эти «глубины» могут быть сопоставлены и с *глубью веков* (представление о глубине времени) и с *далью веков* (представление о временном пространстве).

Объективное историко-лингвистическое изучение разговорной речи устанавливает разные по времени слои, объясняет национальный вкус в образной или конкретно-бытовой системе, рассказывает об эволюции народного представления о внешнем мире, а также о мире чувств человека и т. д.

Призыв авторов изучать разговорную речь для того, чтобы сближать разные подходы к познанию человека, я бы представил иначе — а именно как призыв к творческому взаимодействию наук. При этом речь должна идти о применении совокупности методик для выбранного объекта исследования, а не о механическом переносе чисто технических приемов из одной науки в другую и не о буквальном прочтении мнимых словесных «шифров», не об удачных «озерениях» на лингвистическом или на чувственном уровнях.

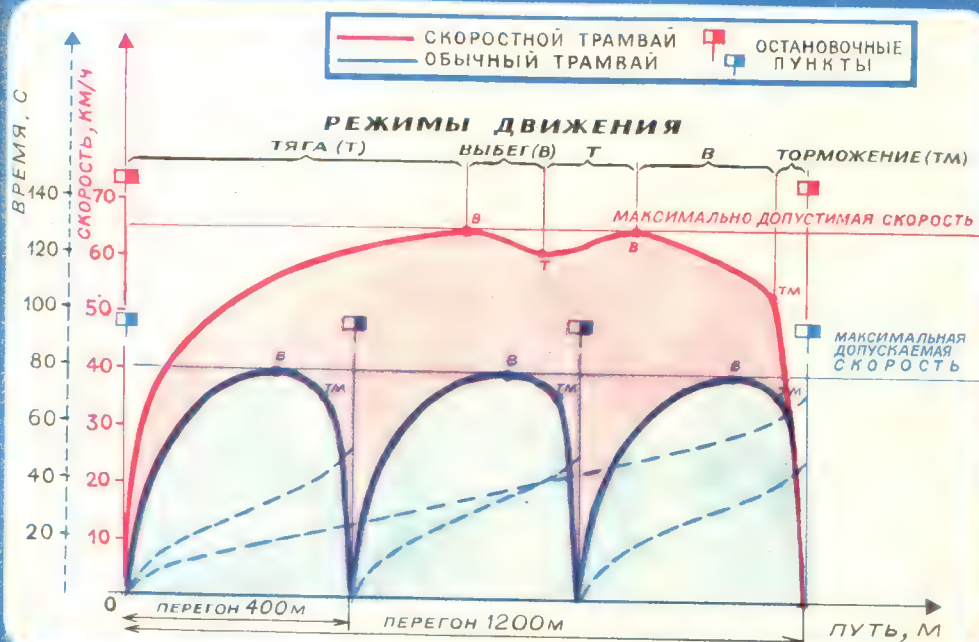
Плодотворность взаимодействия таких разных наук, как математика, археология, лингвистика, психология, этнография, в наши дни доказана на практике. Такое взаимодействие совершенно необходимо для успешного комплексного изучения человека и человеческого общества в целом «во времени и пространстве», в совокупности его производственной и духовной деятельности.

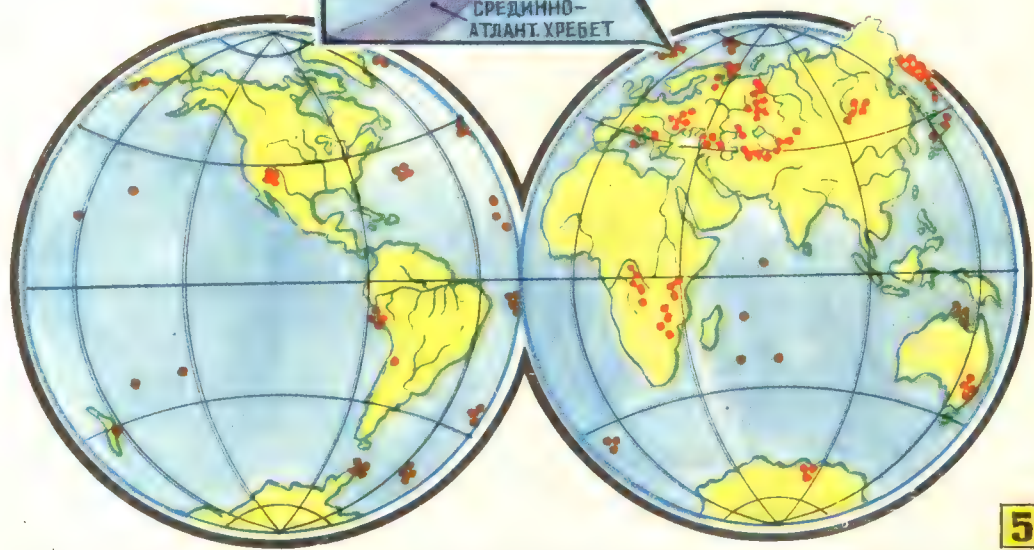
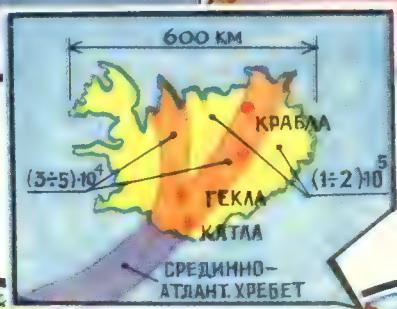
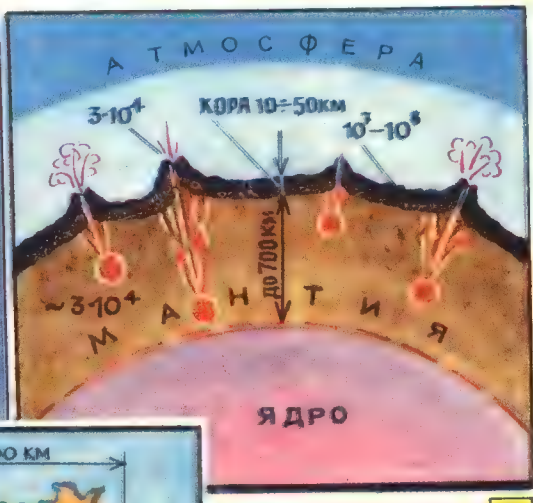
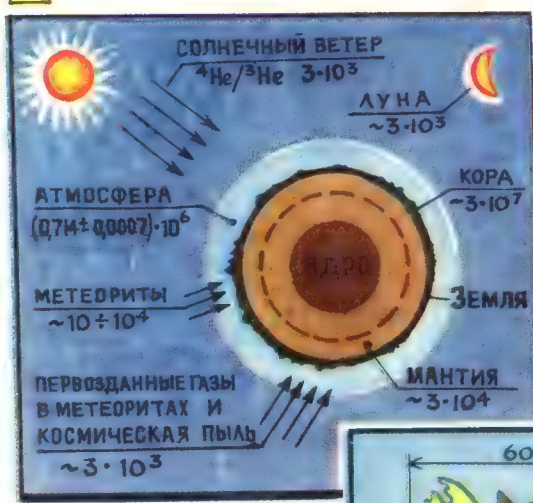
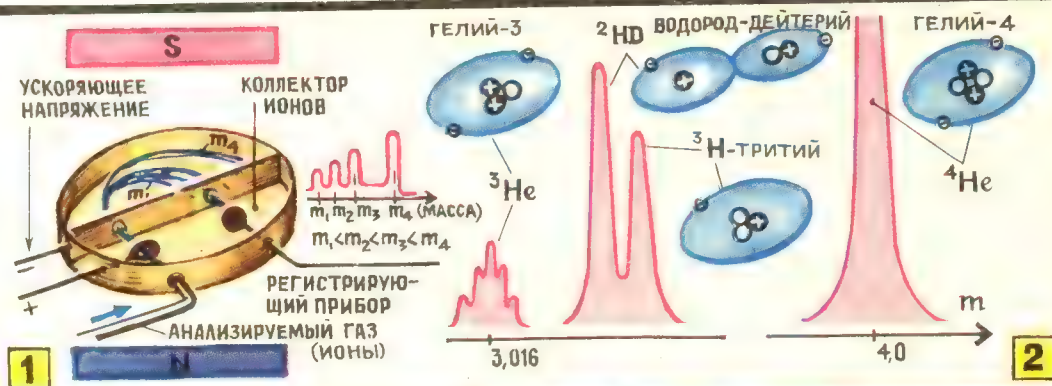




Устройство пути скоростного трамвая.

Кривые движения скоростного и обычного трамвая (для вагонов одного типа).







# СДЕЛАНО ОТКРЫТИЕ

## НАЗВАНИЕ ОТКРЫТИЯ

Закономерность распределения концентрации изотопов гелия Земли.

## ФОРМУЛА ОТКРЫТИЯ

Установлено: неизвестная ранее закономерность распределения концентрации изотопов гелия Земли, заключающаяся в том, что в гелии, репродуцируемом подкорковыми слоями Земли, отношение концентраций изотопов  $^3\text{He}/^4\text{He}$  постоянно и аномально велико, превышая это отношение в гелии, генерируемом породами земной коры, в сотни и тысячи раз.

## АВТОРЫ ОТКРЫТИЯ

Б. А. Мамырин, доктор физико-математических наук, Г. С. Ануфриев, кандидат физико-математических наук, Л. В. Хабарин, кандидат физико-математических наук, И. Н. Толстихин, доктор химических наук, И. Л. Каменский, кандидат химических наук.

Открытие сделано в Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе.

Приоритет открытия — июль 1968 г., зарегистрировано в январе 1980 г., опубликовано в Бюллетене Государственного комитета по делам изобретений и открытий 23 мая 1982 г. Диплом № 253.

## СРОК ХРАНЕНИЯ — 4,6 МИЛЛИАРДА ЛЕТ

Гелий — очень легкий инертный газ без запаха и цвета. С точки зрения химика гелий — второй (после водорода) элемент периодической таблицы. Его можно встретить повсеместно — в воздухе, в воде рек и океанов, в земных породах, в нефти и природных газах, в алмазах и илистых осадках морского дна. На Земле гелия мало, меньше тысячной доли процента, но по распространенности во Вселенной он занимает второе место, на первом — водород.

В 1939 году впервые было обнаружено, что существует два стабильных изотопа гелия — тяжелый гелий-4 ( $^4\text{He}$ ; в его ядре два протона и два нейтрона) и легкий гелий-3 ( $^3\text{He}$ ; два протона, один нейтрон). Причем тяжелого изотопа ( $^4\text{He}$ ) всегда и везде больше, чем легкого ( $^3\text{He}$ ).

Первые определения изотопного состава гелия были проведены в 40-е годы, и сразу же обнаружилось, что данные разных авторов сильно не совпадают. Как правило, в научных работах указывают отношение концентрации легкого изотопа гелия-3 к концентрации тяжелого гелия-4; если записывают  $^3\text{He}/^4\text{He} = 10^{-3}$ , то это значит, что атомов гелия-3 в тысячу раз меньше, чем гелия-4. Для простоты и наглядности можно отступить от этого общепринятого способа записи и говорить об обратном соотношении  $^4\text{He}/^3\text{He}$ . В приведенном примере это отношение равно 1000, и сразу видно, что на 1000 атомов тяжелого гелия  $^4\text{He}$  приходится один атом легкого  $^3\text{He}$ .

Уже в самом начале изотопные измерения поставили исследователей в тупик — в природных газах отношение  $^4\text{He}/^3\text{He}$  оценивалось в 10 миллионов, в некоторых минералах, богатых литием, в 1 миллион, а иногда в 100 тысяч. В то же время для урановых минералов было найдено очень высокое отношение  $^4\text{He}/^3\text{He}$  — вплоть до миллиарда. Ученых не мог беспокоить сам факт разброса измеренного соотношения изотопов гелия в разных пробах: колебания изотопного состава известны практически для всех химических элементов Земли. Однако у земного гелия поражал размах колебаний — образцы могли отличаться по содержанию легкого и тяжелого изотопов в тысячи раз. Позднее обнаружили необычайно большое содержание легкого изотопа в некоторых метеоритах — соотношение  $^4\text{He}/^3\text{He}$  в них составляло всего лишь 10, и значит «в мировом масштабе» соотношение изотопов гелия различалось уже не в тысячи, а в миллионы раз.

Существуют три основных процесса, каждый из которых приводит к образованию гелия с определенным изотопным составом.

Процесс первый — ядерный синтез химических элементов, связанный с образованием Вселенной, Солнечной системы, нашей планеты. Существует первичный, первозданный гелий с таким соотношением легкого и тяжелого изотопов, которое возникло на заре образования Солнечной системы и ее планет. Этот первичный гелий до сих пор непрерывным потоком излучает наше светило, в нем соотношение изотопов  $^4\text{He}/^3\text{He}$  сравнительно невелико — порядка 3000; именно такое соотношение было обнаружено в солнечном ветре, в образцах с поверхности Луны. Этим сравнительно «легким» гелием (слова «легкий», «тяжелый», взятые в кавычки, относятся к смеси изотопов; чем больше в ней гелия-3, тем «легче» смесь; кавычки использованы лишь для того, чтобы не возникало путаницы с наименованием тяжелого изотопа гелий-4 и легкого гелий-3) были пропитаны частицы пылевого облака, из которого образовались планеты Солнечной системы 4,6 миллиарда лет тому назад. Примерно такое соотношение изотопов находят в метеоритах, возраст которых близок к возрасту нашей звездной системы.

Процесс второй — гелий непрерывно возникает при естественном радиоактивном распаде тяжелых элементов, главным обра-



зом урана и тория. Всего же в земной коре около 29 радиоактивных изотопов, поставляющих гелий. Такой гелий называют радиогенным, он в основном состоит из тяжелого изотопа — соотношение  $^4\text{He}/^3\text{He}$  здесь очень и очень высокое. Может показаться странным, что оно вообще в данном случае не равно бесконечности — в процессе радиоактивного распада рождается чистый гелий-4. Все радиоактивные элементы, начиная с урана и кончая трансурановым калифорнием, при делении испускают альфа-частицу, то есть ядро тяжелого изотопа, гелия-4. Проходя сквозь горную породу, в которой идет процесс распада, альфа-частицы присоединяют два электрона и превращаются в нейтральный атом гелия-4. Но возможны процессы, в которых нейтроны альфа-частицы взаимодействуют с атомами легких элементов, чаще всего с бериллием, в результате таких взаимодействий как раз и образуется легкий изотоп, гелий-3. Подобные процессы маловероятны, гелия-3 образуется очень мало, но все же в итоге рождается уже не чистый гелий-4, и соотношение  $^4\text{He}/^3\text{He}$  оказывается большой, но никак не бесконечной величиной.

Процесс третий. Наиболее легкий «гелий», то есть самый богатый легким изотопом, возникает в результате ядерных реакций при взаимодействии высокоэнергичных частиц из космических лучей с веществом Земли или метеоритов. Процессы такого рода называют спалогенными (от английского «спайл» — крошить, раскалывать), и сам гелий соответственно называют спалогенным. Изотопное отношение в спалогенном гелии достигает 10, то есть один атом гелия-3 приходится не на миллионы или миллиарды, а на каждые десять атомов гелия-4.

В каждом природном образце может присутствовать гелий трех сортов, трех разновидностей происхождения. Смешиваясь, разные количества первичного, радиогенного и спалогенного гелия как раз и создают те огромные вариации соотношения  $^4\text{He}/^3\text{He}$ , которые измеряют ученые.

До сравнительно недавнего времени геохимики не имели в своем распоряжении приборов, которые позволили бы в широких масштабах проводить точные измерения изотопного состава гелия. Ситуация изменилась лишь после того, как в Ленинграде, в Физико-техническом институте имени А. Ф. Иоффе были созданы очень чувствительные, очень точные масс-спектрометры, позволяющие достаточно быстро исследовать изотопный состав вещества (см. статью Б. Мамырина «Состав вещества с наивысшей точностью», «Наука и жизнь», № 12, 1978 г.). С помощью таких приборов в течение последних лет были проделаны сотни тысяч изотопных анализов гелия из образцов, отобранных по земному шару — во всех океанах и на всех материках (см. 8 стр. цветной вкладки, рис. 5).

Гелий-4 заметно отличается по массе от гелия-3 — в ядре первого четыре нуклона, четыре тяжелых частицы, в ядре второго — три нуклона. А это значит, что масса атомов гелия-3 почти на 25 процентов меньше, чем масса атомов гелия-4. На первый взгляд

задача измерения изотопного состава при столь сильно отличающейся массе атомов может показаться простой. Однако вспомним, что содержание этих изотопов в смеси, в исследуемом гелии может различаться в миллионы раз. Значит, прибору нужна рекордно высокая чувствительность, чтобы выделить и количественно оценить ничтожные примеси легкого изотопа. Но чем выше чувствительность, тем больше и помехи, фоновые, паразитные сигналы, пролезающие в прибор. На слабые сигналы от атомов гелия-3 могут накладываться сигналы от молекул, имеющих близкую массу, например, от молекул, состоящей из трех атомов водорода ( $\text{H}_3$ ), и молекул, состоящей из атома «простого» водорода и тяжелого (дейтерия) —D; рис. 2). По массе гелий-3 отличается от гелия-4 на одну массовую единицу (в гелии-4 на один нейтрон больше), а от молекулы  $\text{H}_3$  только на 0,0074 массовые единицы. Понятно, что прибор должен обладать рекордно большой разрешающей способностью, чтобы разделить столь мало отличающиеся по массе объекты ( $^3\text{He}$  и  $\text{H}_3$ ). Кроме того, конструкторы должны были предусмотреть возможность работать с малыми количествами вещества (много гелия с поверхности Луны не доставишь на Землю).

Ленинградскими физиками был создан магнито-резонансный масс-спектрометр, удовлетворивший всем требованиям гелиевой задачи. На каждый анализ требовалось только 10—15 минут, в то время как первые исследования изотопного состава гелия длились неделями. Созданный прибор позволил измерять с погрешностью 2% соотношения изотопов вплоть до значения  $^4\text{He}/^3\text{He} = 100\,000\,000$ .

Поток точных данных о соотношении изотопов гелия в различных образцах сразу же породил поток загадок. Взять, к примеру, исследование горячих источников Камчатки: в водах этих источников было обнаружено неожиданно много легкого гелия-3, его оказалось в 1000 раз больше, чем в атмосфере, больше, чем в породах земной коры, через которые пробивалась вода. Почти столь же обогащенными легким гелием-3 оказались и термальные воды Исландии, Кавказа, газы многих действующих вулканов, а также и некоторые земные породы. Здесь уместно заметить, что отбор проб для изотопного анализа сам по себе представляет нелегкую задачу: при отборе нужно не подмешать в пробу вездесущий атмосферный воздух с входящим в его состав гелием; нужно также учесть, что стекло проницаемо для гелия, и стеклянные сосуды, если они достаточно тонкие, будут «протекать».

Земной шар имеет, так сказать, слоистую структуру: сверху тонкая земная кора, ее толщина от 30 до 70 километров, затем мантия толщиной до 3000 километров, а внутри тяжелое ядро планеты. И вот оказалось, что в этих слоях изотопы гелия распределены по-разному, в частности, гелий, которым пропитаны породы земной коры и породы мантии, имеет различный изотопный состав (рис. 3, 4).



Понятно, что в тех областях земной поверхности, которые тесно связаны с мантией,—это разломы в коре, действующие вулканы, области, где наблюдается высокая сейсмичность и высокий тепловой поток из глубинных недр земли,—легкого гелия-3 должно быть больше. Часто используют такое сравнение: поверхностные слои планеты, ее кора похожи на футбольный мяч, сшитый из сегментов, а кое-где и продырявленный. Швы в покрывке мяча—это глубинные разломы материков, а дырочки—это подводные и материковые вулканы. И подобно тому, как воздух просачивается из мяча через эти швы и дырки, «легкий» гелий выходит на поверхность в местах вулканической активности, в зонах выхода горячих источников воды, в областях разломов.

Но как же «легкий» гелий попал в мантию? Ведь до сих пор принято было считать, что в земных породах содержится в основном «тяжелый» радиогенный гелий—в нем гелия-3 очень мало. Чтобы объяснить возникшие неувязки, выдвигалось множество самых разных предположений. Одни считали, что глубинный гелий—это смесь «тяжелого» радиогенного и очень «легкого» спалогенного, того, что в метеоритах. Но против этой гипотезы были простейшие расчеты—поступления спалогенного гелия из космоса ничтожны по сравнению с тем, что дает радиоактивный распад урана и тория. Японские ученые одно время высказывали гипотезу, что появление избыточного гелия-3 в твердом веществе Земли вызвано бомбардировкой энергичными мюонами (мю-мезонами). Это предположение было тоже опровергнуто—таких мезонов немного, и поток их резко затухает с глубиной залегания земных пород, а между тем горные породы и минералы, находившиеся вблизи поверхности в течение миллиардов лет, не содержат избытка «легкого» гелия.

Единственным непротиворечивым и плодотворным оказалось предположение авторов открытия: в недрах Земли сохранился первичный, первозданный гелий. Он был захвачен при рождении планеты вместе с частичками вещества, которые ее образовали, и хранится в недрах уже более 4,5 миллиарда лет. Земная кора оказалась столь надежной упаковкой, что сохранила этот первозданный гелий до наших дней.

В современную геологическую эпоху глубинный гелий имеет изотопное отношение  ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 30\,000$ , это примерно в десять раз больше, чем в солнечном гелии. Такое «утяжеление» изотопной смеси можно объяснить тем, что в мантии, видимо, тоже происходят процессы радиоактивного распада, которые и разбавляют древнейший продукт—первичный солнечный гелий, хранящийся в недрах планеты.

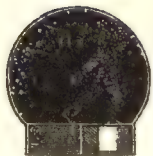
В земной атмосфере гелий по своему изотопному составу занимает промежуточное положение: атмосферный гелий «легче» (еще раз напомним—взятое в кавычки слова «легкий» и «тяжелый» относятся к изотопной смеси), чем в земной коре, в нем

больше легкого гелия-3, чем в радиогенном гелии, но в то же время он «тяжелее», чем гелий мантии и гелий из метеоритов. Этот факт долгое время не мог найти объяснения. Действительно, основной поставщик гелия в земную атмосферу—это поверхность планеты, протекающие в ней процессы радиоактивного распада. Значит, атмосферный гелий должен быть практически столь же «тяжелым», как и радиогенный. Однако, если рассмотреть баланс легкого изотопа гелия-3 в свете сделанного открытия, то все становится ясным. Атомы гелия так легки и подвижны, что уже на высоте 300—400 километров над Землей они преодолевают силы земного притяжения и убегают в космос, за пределы земной атмосферы: температура на этих высотах достаточна, чтобы атомы гелия превысили вторую космическую скорость. Предполагается, что если бы не это убегание, то гелия в атмосфере накопилось бы в тысячи раз больше, чем наблюдается в действительности.

Легкость и подвижность гелия приводят к тому, что восходящий поток газа преобладает—в основном гелий движется вверх, в направлении «от Земли». Поэтому-то не удавалось объяснить «облегченный» состав гелия в атмосфере ни попаданием в нее солнечного ветра, ни порождением гелия-3 космическими лучами, какими-либо другими процессами, направленными «к Земле». Главный поставщик легкого гелия-3 в атмосферу—это глубинные слои планеты, ее мантия: каждую секунду через каждый квадратный сантиметр поверхности разными путями из мантии в атмосферу поступает примерно 80 атомов гелия-3, а солнечный ветер доставляет только 3 атома, ядерные реакции, вызванные космическими лучами,—только один атом.

Используя тонкие физические методы и современные приборы, советские ученые доказали, что в мантии глубоко под поверхностью Земли хранится «легкий» первичный гелий. Это открытие позволило не только разрешить загадку слишком «легкого» гелия атмосферы, оно по-новому осветило многие нерешенные проблемы строения Земли. Все модели образования нашей планеты на ранних этапах ее существования, какими бы «быстрыми и горячими» они ни предполагались, должны предусматривать сохранение в ее недрах первичного гелия.

Гелий земной мантии оказался как бы меченым легким изотопом—гелием-3. Эта сделанная природой метка выделяет районы, тесно связанные с мантией, молодые породы, недавно вышедшие на поверхность, и районы с повышенной сейсмичностью. Впервые обнаружена четкая метка глубины залегания того или иного образца земной породы, выходящего на поверхность природного газа или источника подземных вод. Появившаяся новая область науки—изотопная геохимия гелия—все шире занимается практически задачами, такими, например, как обнаружение современных разломов земной коры не только на видимой поверхности, но и на дне морей и океанов, предсказание землетрясений, поиск полезных ископаемых.



# ФРАНЦУЗСКИЙ ПОЛЕТ

Владимир ГУБАРЕВ.

Что тебе надо, Жан-Лу Кретьен? Почему, узнав о конкурсе, ты не мог не принять в нем участие? Ведь у тебя есть все: жена, дети, достаток, любимая работа. А конкурс? В нем можно и проиграть — слишком много желающих попасть в космонавты, 430 кандидатов. Слишком много... Даже женщины решили попытаться счастья. Сотни желающих, и многие из них — по твоему собственному убеждению — имеют право лететь в космос вместе с русскими.

Ты прошел этот марафон медицинских комиссий, авторитетных жюри, испытаний и экзаменов. И у последней черты, отделяющей Землю и космос, встал вместе с Патриком Бодри. А выбор все-таки пал на тебя, Жан-Лу. Неужели в самом начале ты был уверен в успехе?

— Я, как и русские космонавты, теперь говорю: «Немного удачи, а остальное все будет в норме!»

На орбите ждут Анатолий Березовой и Валентин Лебедев. Советско-французские экипажи провожали их на стартовую площадку.

— Желаю вам хорошего старта и до встречи в космосе, — сказал тогда Кретьен. Он, как и Патрик Бодри, не скрывал своего волнения. Оба французских космонавта понимали, что начало будущего, июньского старта сегодня — 13 мая.

Через несколько минут раскаты грома понесутся над степью и далеко-далеко, во все уголки планеты, эхо разнесет короткое слово «Старт!»

Но пока в степи тишина.

Рядом с ракетой уже нет ни одного человека, и только двое там, на самом верху застывшего над Землей гиганта. Он готовится к рывку в космос и, кажется, в эти минуты напрягает свои мышцы, чтобы вырваться из цепких объятий земного тяготения.

Люди уже не вмешиваются в происходящее. Подготовку к пуску они доверили автоматике, и она добросовестно, шаг за шагом, в последний раз проверяет системы ракеты-носителя и корабля.

В тишину космодрома вслушиваются Подмоскovie и Атлантика, Дальний Восток и Средняя Азия. Тысячи, многие тысячи людей ждут этот старт... Первый старт на

борт новой станции... Как встретишь ты своих первооткрывателей, «Салют-7»?

С Феоктистовым трудно разговаривать в Центре — он отвечает на вопросы лаконично, конкретно, деловито. Дома Константин Петрович несколько иной — позволяет себе поразмышлять вслух, подробно, с лирическими отступлениями, отвечать собеседнику.

Разговор о «Салюте-7», где должен работать советско-французский экипаж, начинается издали.

— Вы уверены в успехе? — спрашиваю я.

— Предпочитаю быть оптимистом, хотя в нашем деле это нелегко, — Константин Петрович улыбается. — Новая техника рождается в муках, но в целом сейчас возможностей несравненно больше, чем раньше. И машины, конечно, несравненно сложнее. Рядом с ними первые аппараты, в том числе и «Восток», кажутся очень простыми...

— А ведь тогда при запусках волновались больше...

— Безусловно! Даже не могу представить, какое событие в космонавтике сейчас способно так волновать людей, как старт Юрия Гагарина...

— Может быть, пилотируемый полет на Марс?

— Я сомневаюсь, что сейчас есть в нем необходимость. Другое дело, если бы там была жизнь — в любой форме, пусть даже простейшая амеба... А пока у нас немало дел на околоземных орбитах...

— В их числе астрофизические эксперименты?

— Конечно. Одна из важнейших задач сегодня — это вывод на околоземные орбиты различных обсерваторий. С помощью астрономических спутников уже получены поразительные научные результаты. Но на спутниках пока устанавливаются лишь небольшие инструменты, а на станциях можно разместить крупные телескопы.

— В какой мере опыт эксплуатации «Салюта-6» помог в разработке новой станции?

— Не в разработке, — уточнил Феоктистов. — За столь короткое время принципиальные изменения в конструкцию ввести невозможно. Но по ходу полета космонавты проводили много профилактических работ, некоторые из них весьма сложные. И этот опыт бесценен. Думаю, вы правильно поймете меня, если скажу, что мы стре-

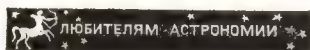
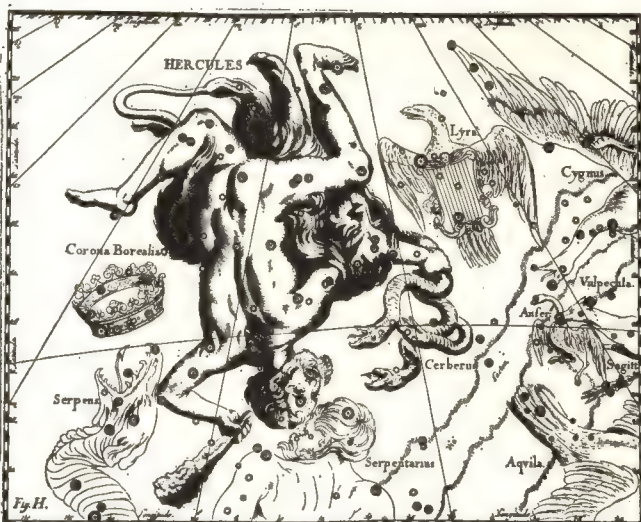


«Чудеса современной науки далеко превосходят чудеса древней мифологии».

Р. Эмерсон

Именем легендарного Геркулеса (Геракла) названо большое, но небогатое яркими звездами созвездие (звезды не ярче третьей звездной величины). Из граничащих с ним созвездий отметим Лиру и Северную Корону (см. «Наука и жизнь» № 9, 1978 и № 2, 1979). На большинстве старинных звездных карт Геркулеса почему-то изображали вверх ногами, хотя, казалось бы, в расположении звезд этого созвездия можно усмотреть человеческую фигуру и в более нормальном положении. Одна рука великана указывает на созвездие Лыры, другая — в сторону Северной Короны. Немного фантазии, и в очертании звезд можно увидеть человека, замахнувшегося дубинкой. Кстати говоря, «несущий дубинку» (Claviger) — одно из латинских наименований созвездия.

Изображение на старинных звездных картах Геркулеса, сына Зевса и смертной женщины Алкмены (супруги царя Тиринфа), напоминает о его подвигах. Вся жизнь «совершающего подвиги из-за гонений Геры» (так называл Геркулеса Дельфийский оракул) прошла в битвах и нечеловеческих трудах. Ревнивая супруга бога богов начала изощряться в своих преследованиях еще



Раздел ведет кандидат педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

## ГЕРКУЛЕС И СЕКРЕТЫ ГАЛАКТИЧЕСКИХ ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ

до появления Геркулеса на свет. А когда Алкмена все-таки родила младенца, то Гера позаботилась о том, чтобы у него в колыбели появилась пара огромных змей. Младенец задушил их, а сам остался жив и невредим. Он быстро рос, умножал свою физическую силу, овладел науками, искусствами и уже с юношеских лет начал совершать свои знаменитые подвиги. Двенадцать подвигов Геракла (Геркулеса) — с детства знакомые нам чудесные сказки.

Земная жизнь Геркулеса закончилась трагически. Ревнивая жена Деянира пропитала его одежду ужасным приворотным зельем. Геркулес не вынес причиняемых одеждой страданий и бросился в огонь.

Зевс обессмертил сына. Он взял его на Олимп и женил на богине Гебе (дочь Зевса и Геры). Таким образом, название созвездия Геркулес связано с греческой мифологией. Легенды других

народов связывают эту звездную россыпь с колено-преклоненным Гильгамешом и тремя мудрецами (у народов Востока), с Цербером (у итальянцев), Ветвью (у немцев) и т. д.

Современные астрономы бесстрастно ответили этому созвездию, как и всем другим, строго определенный участок неба. Но прав был американский философ и поэт прошлого века, слова которого взяты эпиграфом к этой статье! Замечательно, например, α Геркулеса (звезда Рас Альгети, что означает «голова колено-преклоненного»). Это «холодный» сверхгигант, по светимости он превосходит Солнце примерно в тысячу раз. Размеры звезды Рас Альгети таковы, что внутри ее могло бы разместиться Солнце с орбитами планет до Юпитера включительно. α Геркулеса — переменная звезда. Тщательно анализируя кривую ее блеска, астрономы установили, что Рас Альгети — двойная звезда: блеск главного ком-

Геркулес в «Атласе» Яна Гевелия.

«Человек с дубинкой» на звездной карте Г. Рей.



понента (физически переменной звезды) меняется от  $3,1^m$  до  $3,9^m$ , а желтоватый спутник, находящийся от главной звезды на угловом расстоянии  $4,5''$ , представляет собой спектрально-двойную звезду, период изменения блеска которой составляет 51,6 суток. Период обращения спутника около 111 лет.

13 декабря 1934 года в созвездии Геркулеса вспыхнула Новая звезда (DQ Геркулеса,  $\alpha = 18^\circ 06'$ ,  $\beta = +45^\circ 51'$ ), блеск которой до вспышки не превосходил  $15^m$ , а во время вспышки достиг  $1,4^m$ . Вспыхнувшую звезду открыл с большой пользой для науки британский астроном-любитель Прентис. Звезда, как потом выяснили астрономы, оказалась затменной двойной. Сейчас считается, что большинство (а может быть, и все) Новые звезды входят в состав двойных систем, один из компонентов которых оказывается способным внезапно взорваться.

Вблизи  $\gamma$  Геркулеса расположена важная точка небесной сферы — апекс ( $\alpha = 18^\circ$ ,  $\beta = +30^\circ$ ). По мере того как уходило в прошлое представление о неподвижности звезд, становилось ясным, что Солнце вместе с планетами тоже должно перемещаться в пространстве. Звезды, которые мы видим впереди летящего Солнца, как бы наступают перед ним, а те,

что сзади, смыкаются (как деревья, среди которых идет прогуливающийся по лесу человек). Апекс — от латинского слова вершина — та точка небесной сферы, по направлению к которой со скоростью около 20 км/с летит наша Солнечная система. О том, как это удалось узнать и как элементарно можно определить координаты апекса, рассказывается в статье академика А. А. Михайлова «Апекс Солнца» («Земля и Вселенная» № 5, 1979).

Но, пожалуй, самая главная достопримечательность созвездия Геркулеса — шаровое звездное скопление (M 13). Это одно из немногих шаровых скоплений, доступных невооруженному глазу. Мысленно соединив отрезком прямой Вегу ( $\alpha$  Лиры) и Арктур ( $\alpha$  Волопаса), вы отыщете почти на середине этого отрезка туманное пятнышко. Его видимая звездная величина —  $5,7^m$ , координаты —  $\alpha = 16^\circ 39'$ ,  $\beta = +36^\circ 33'$ .

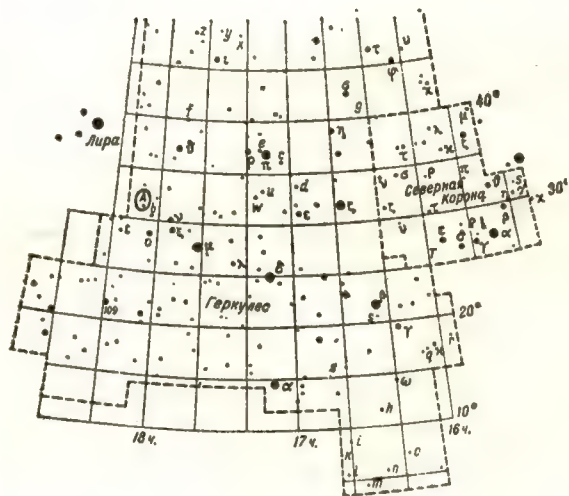
Трудно представить, что в этом едва заметном пятнышке разместились около полумиллиона звезд. В. Гершель, который первый пришел к правильной мысли о том, что апекс расположен в созвездии Геркулеса, наивно предполагал, что Солнце устремилось к Геркулесу под действием притяжения находящегося там звездного скопления.

Неповторимая красота

шарового звездного скопления открывается лишь во время наблюдений в очень мощный телескоп. А если смотреть в небольшой телескоп, скопление напоминает неяркую комету. Именно поэтому французский астроном Ш. Мессье, много занимавшийся кометами, включил объект в Геркулесе в свой «Каталог туманностей» (под номером 13).

На фотоснимках изображение звезд, расположенных в центральной области шарового скопления, сливается и нет возможности рассмотреть отдельные звезды. Вероятно, это не означает, что наблюдатель, оказавшийся внутри шарового скопления, увидит на небе яркое сплошное сияние. Из довольно простых соображений, с которыми можно познакомиться, посмотрев специальную статью («Земля и Вселенная» № 6, 1975), следует, что в действительности большинство звезд будет иметь вид ярких точек, разделенных вполне ощутимыми угловыми расстояниями.

Среди разнообразных звезд, населяющих шаровые скопления, есть и далеко проэволюционировавшие звезды, и пульсирующие звезды. То, что в шаровых скоплениях обнаружены цефеиды и звезды типа RR Лиры, сыграло решающую роль в выяснении строения Галактики. Мы уже говорили о том, что между истинным блеском этих переменных звезд и периодом изменения их блеска существует зависимость, пользуясь которой можно определять расстояния до этих звезд (см. «Наука и жизнь» № 6, 1979). Впервые расстояния до цефеид, встречающихся в шаровых скоплениях, определил в 1916 году американский астроном Харлоу Шепли. В то время уже никто не считал Солнце центром Вселенной, но еще вполне допускалось, что наше светило находится в центре Галактики (Млечного Пу-



Геркулес и окружающие его созвездия.



ти). Шепли предположил, что система шаровых скоплений образует остов Галактики. Система оказалась сферической, и шаровые скопления концентрировались к области, расположенной в направлении созвездия Стрельца. Именно там (как потом выяснилось, на расстоянии примерно 10 000 парсек от Солнца) находится центр нашей Галактики. Все последующее развитие астрономии полностью подтвердило справедливость этой гипотезы. Так шаровые звездные скопления и открытые в них пульсирующие звезды оказались теми «маяками Вселенной», которые позволили астрономам в самых общих чертах понять устройство Галактики.

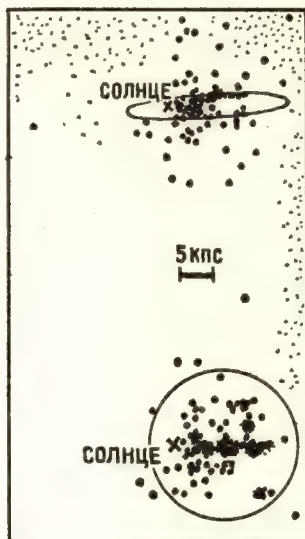
Однако не только этим интересны шаровые скопления, которые, кстати говоря, теперь уже открыты и в некоторых других ближайших к нам галактиках. Шаровые скопления — это самые настоящие галактические долгожители, их возраст, достигающий 10 миллиардов лет, соизмерим с возрастом Галактики.

Пытаясь представить, как рождались шаровые скопления, астрономы рисуют такую картину. На одной из первых стадий эволюции Галактики, когда Галактика еще даже не имела права именоваться «звездной системой», ибо в ней еще не было звезд и она сплошь состояла из газа, происходило постепенное сжатие газового облака. Газ в облаке был распределен неравномерно. В местах, где его плотность была больше, сжатие и уплотнение газа происходили быстрее. Со временем это привело к распаду единого облака на огромные сгустки, которым и суждено было превратиться в шаровые звездные скопления. Внутри каждого из сгустков (хотя бы из части содержащегося в них вещества) должны были возникнуть сначала протозвезды, а потом и настоящие звезды. Многие из родившихся в шаровых звезд-

ных скоплениях звезд относятся к очень старым объектам Галактики. Среди них немало и таких, которые уже пришли к финальной стадии своего жизненного пути — превратились в белые карлики, нейтронные звезды или «черные дыры». Некоторые звезды, покинув скопление, где они возникли и сформировались, стали самостоятельными жителями Галактики.

Шаровые скопления, представляя собой достаточно компактные и очень устойчивые объекты, все-таки не вечны! Постепенно и они разрушаются. Это происходит либо под действием могучего притяжения галактического ядра, вокруг которого со скоростями порядка 200 км/с мчатся на разных расстояниях от центра Галактики шаровые скопления, либо из скопления вылетают звезды (если скопление было не очень массивным), которые внутри скопления приобрели достаточную скорость для побега. Поэтому если когда-то в Галактике возникло приблизительно около 1000 шаровых скоплений, то сейчас их, по оценкам советских астрономов, не более 600. Из них обнаружено (в нашей Галактике) примерно 130 шаровых скоплений, то есть лишь часть существующих.

Трудно сказать, прольют ли свет открытия новых скоплений на те секреты, которые пока бдительно хранят «галактические старички». А секреты у «ста-



Шаровые скопления в Галактике (вверху — вид с ребра; внизу — проекция на плоскость Галактики).

ричков» есть, и науке, конечно, хотелось бы их раскрыть. Один из таких секретов связан с загадочными рентгеновскими источниками, обнаруженными в нескольких шаровых скоплениях. Эти источники как будто бы не обладают признаками двойственности, которые присущи другим рентгеновским источникам, и связаны, по-видимому, с двойными системами: обычная звезда и нейтронная звезда (или даже «черная дыра»). Факт существования таких непериодических (но иногда мощно вспыхивающих) источников в ша-



Шаровое скопление М 13.

ровых скоплениях астрономы пытаются объяснить космическими катастрофами. Столкновения звезд, образование и рост «черных дыр» могут происходить в центральных областях скоплений, там, где в каждом кубическом парсеке пространства сосредоточены десятки тысяч звезд (сравните: в окрестностях Солнца «звездная плотность» 0,12 звезды в одном кубическом парсеке).

Таким образом, перед нами еще один пример загадочных космических сигналов (на сей раз это не радио, а рентгеновские сигналы). Выяснить механизм их возникновения будет весьма трудно, поскольку, как мы уже знаем, оптическое изображение центральной области шарового скопления мало что говорит об индивидуальных свойствах образующих его объектов. Однако пройдет какое-то время, и естественная причина, порождающая рентгеновское излучение, будет выяснена и, вероятно, не понадобится очередная гипотеза о внеземных цивилизациях, дающих знать о себе с помощью каких-нибудь сверхмощных передатчиков рентгеновского излучения.

Впрочем, это не означает, что ученые категорически отрицают возможность существования внеземных цивилизаций на планетах, обращающихся вокруг звезд в шаровых скоплениях.

Вспомните, что уже пятый год радиоволны, посланные радарным излучателем 300-метрового радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико), несут послание, адресованное гипотетической цивилизации в звездном скоплении в созвездии Геркулеса. В 1679 знаках «радиограммы» закодированы некоторые основополагающие сведения из области математики, химии, генетики, астрономии и т. д. Оптимисты, убежденные, что не только во Вселенной, но и в нашей Галактике достаточно много обитаемых миров, надеются на успех эксперимента. «Здравый смысл» подсказывает им, что в скоплении М 13 среди многих тысяч звезд, похожих на Солнце, могут быть и такие, вокруг которых движутся обитатели разума. Пройдя свой длинный путь до М 13, узкий пучок радионизлучения расширится почти до диаметра скопления, что должно увеличить вероятность приема. К сожалению, уважаемые

читатели, никому из нас не дожидаться результатов эксперимента. Если даже гипотетические братья по разуму оперативно откликнутся на зов Земли, их ответное послание земляне получат лишь через 48 000 лет! И это совсем не миф, не сказка, не легенда, а лишь один из множества «геракловых подвигов», которые уже сейчас не страшат человечество, смело вступившее на бесконечный путь познания беспредельной «Вселенной».

## ПЛАНЕТЫ В МАРТЕ — АПРЕЛЕ

**Меркурий** — будет виден вечерами в начале марта.

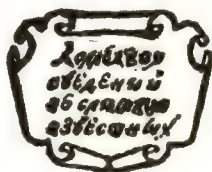
**Венера** — по вечерам, сразу после заката Солнца прекрасно видна в западной части неба на протяжении всего периода.

**Марс и Юпитер** — в марте всю ночь видны в созвездии Льва, в апреле — только с вечера до полуночи. (Марс 17 марта и 29 апреля пройдет вблизи  $\alpha$  Льва — Перула.)

**Сатурн** — виден всю ночь в марте в созвездии Девы, а в апреле — в созвездии Льва.



● **Преподаватель** Лондонского политехнического колледжа Роджер Оуэн заинтересовался тем, как различаются принятые в разных языках подражания некоторым звукам. Поскольку в колледже обучается много студентов



из разных стран мира, Оуэн смог собрать любопытную коллекцию. Оказывается, если в Англии жидкость, выливающаяся из бутылки, звучит «глаг-глаг», то китайцам слышится «глоб-глоб», индонезийцы воспринимают этот же звук как «крук-крук», русские слышат «буль-буль», но оригинальнее всех оказались испанцы — в других языках бульканье передается обычно двумя слогами, а в испанском — тремя: «тот-тот-то». Французские ружья стреляют «пэн-пан», русские и польские «пиф-паф», «бах», а японские «бак-вум»! Оуэн заключает, что вывести какие-либо общие закономерности из всего этого разнообразия невозможно.

● В городе Марракеше, столице Марокко, стоит минарет, стены которого пахнут мускусом. Башня высотой более 66 метров воздвигнута в 1195 году по приказу тогдашнего султана Марокко, который решил таким способом отблагодарить аллаха за свою победу над испанцами. В цемент, скрепляющий камни минарета, подмешано около 960 мешков ценного благовония. Его запах чувствуется и сейчас.

Любопытно, что в течение более шести столетий на вершину минарета разрешалось подниматься только слепым муэдзинам. Дело в том, что с башни открывался вид на огороженные высокими стенами дворики гаремов.





## АБРАЗИВЫ НАБИРАЮТ СКОРОСТЬ

Репортаж специального корреспондента журнала Н. ЗЫКОВА.

**СПРАВКА:** абразивы (или абразивные материалы) — это мелкозернистые или порошкообразные вещества высокой твердости для механической обработки металлов, минералов, стекла, керамики и других материалов.

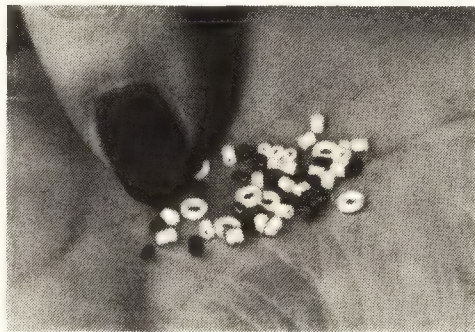
### ПОЧЕМУ МЕБЕЛЬЩИКИ ЛЮБИЛИ РЫБУ

Если изучить счета за изготовление мебели, которые мастера-краснодеревцы представляли в интендантства немецких, английских, французских и русских монархов, можно подумать, что прославленные мастера обожали рыбный стол и просто не

могли жить без дорогой рыбы из породы скатов. Правда, бывали исключения: некоторые самарские мастера довольствовались стерлядкой, вернее, шкуркой стерлядки: на Волге она была дешевой, можно сказать, даровой. Вот, собственно, и ответ на вопрос, почему мебельщики любили рыбу: мастеров интересовала рыба шкурка. У скатов и некоторых других пород рыб она покрыта острой кремнистой чешуей, и только с ее помощью можно было идеально

Шлифовальные круги диаметром 1 миллиметр. Черные круги и цилиндры — из эльбора. Такой миниатюрный абразивный инструмент предназначен для изготовления мини-подшипников, деталей топливной аппаратуры и других изделий.

На снимке сверху — виды подшипников, изготавливаемых миниатюрным абразивным инструментом.







Формовщица Екатерина Захарова штампует на прессе шлифовальные круги. Сухую смесь подает в форму пневмодозатор.

Как и на фарфоровом производстве, отформованные абразивные инструменты загружаются на специальные тележки и отправляются в туннельные печи на обжиг.



шлифовать замысловатые деревянные узоры на гнутой и резной мебели.

На рубеже нынешнего столетия изобрели наждачную бумагу, но старые мастера еще долго не доверяли ей и предпочитали пользоваться дорогой, однако хорошо знакомой рыбьей шкуркой.

Лет пятьдесят уже перестали изводить рыбу на шлифовальный инструмент, но словно в память о ней до сих пор шлифовальная или наждачная бумага официально именуется шлифовальной шкуркой.

## ЕЩЕ НЕМНОГО ИСТОРИИ

Шлифование как метод обработки известно человеку с незапамятных времен: тем или иным способом obtачивались и шлифовались практически все создаваемые человеком орудия охоты и предметы быта. На камнях из породы песчаников затачивались стальные клинки, алмаз и наждак помогали превратить алмазы в бриллианты.

С развитием промышленности, особенно в начале прошлого столетия, серьезно возросла потребность в шлифовальных или, как сейчас принято называть, абразивных материалах. Каменщики Англии, Франции, Швеции и Америки быстро наживали состояния: в этих странах были найдены месторождения особенно удачных по структуре точильных камней. В России в те годы точильный камень разрабатывали только в районе Печоры — другие места не были известны. Камень этот так и называли «печора». Качество его оставляло желать лучшего, и мастера покупали баснословно дорогие импортные точила.

Взрыв спроса на шлифовальные камни взвинтил цены на все естественные абразивные материалы: искусственных еще не изобрели. Кстати, и термин «абразивы» еще не существовал, он появился много позднее: в сороковых годах нашего столетия.

Высокие цены на точильный камень сти-

## ПРИРОДНЫЕ АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Естественные абразивные материалы, имеющие промышленное значение, — это алмаз, корунд, наждак, гранат и кремний.

Алмаз — минерал, состоящий из кристаллического углерода. Это самый твердый из всех известных абразивных материалов. В за-

висимости от определенных качества алмазы разделяются на технические и ювелирные. Из всех добываемых алмазов лишь около 20 процентов идет на ювелирные изделия: основная масса потребляется промышленностью. Для некоторых видов инструментов требуются только чистые кристаллы правильной формы без каких-либо дефектов и включений. Масса алмазов определяется в каратах. Один карат равен 0,205 грамма.

Корунд — горная порода, состоящая из кристаллической окиси алюминия с небольшой примесью химиче-

ски связанных с ней минералов и кварца. Цвет корунда зависит от входящих в него примесей. В природе много разновидностей корунда, в том числе благородные — рубин и сапфир.

Наждак — третий по твердости материал. Это порода, в которой корунд и магнетит смешаны с некоторым количеством других минералов. Обычно в наждаке содержится около 30 процентов корунда.

Гранат — к гранатам относится группа минералов из класса силикатов, имеющих общую структурно-химическую формулу  $Al_2B_3(SiO_4)$ .

НАУКА И ЖИЗНЬ

БЮРО СПРАВОК



мулировали поиск суррогатов. В этом деле успех выпал на долю американского изобретателя Ачесона. Он, расплавив в дуговой электропечи смесь из кварцевого песка, каменного угля и поваренной соли, получил зеленовато-черные кристаллы конической формы. Анализ показал, что это карбид кремния. Его назвали карборундом. Тогда он был самым твердым после алмаза веществом.

Год рождения карбида кремния — 1890-й. С этого времени фактически стало прогрессировать и производство абразивного инструмента, то есть инструмента из вещества высокой твердости для механической обработки металлов, керамики, минералов и других материалов.

Рассказывает лауреат Государственной премии СССР, один из ведущих специалистов в области абразивного производства, руководитель «Союзаабразива» Юрий Матвеевич КОВАЛЬЧУК.

Лет пятьдесят тому назад замечательный ученый и отменный популяризатор науки академик Александр Евгеньевич Ферсман, подчеркивая значение производства абразивных материалов и инструмента, сказал, что трудно назвать отрасль промышленности, которая была бы важнее, чем абразивная, для развития и успешного роста самых разнообразных отраслей народного хозяйства и индустрии страны в целом.

Сейчас абразивная обработка стремительно завоевывает все новые и новые позиции: она уже не просто способ «доведения деталей», получения определенной чистоты поверхности, а серьезный конкурент операций, выполняемых на металлорежущих станках. На многих предприятиях заготовки из литейного цеха не идут на станки для точения, строгания и фрезерования, а подвергаются лишь абразивной обработке.

**Кремень** — однородная плотная горная порода, состоящая из скрыто-кристаллической массы кремнезема (халцедона) и микроскопических зерен кварца с примесью глинистых и других веществ. В абразивной промышленности используются лишь наиболее чистые разновидности этого материала.

### ИСКУССТВЕННЫЕ АБРАЗИВЫ

**Алмаз синтетический** — получается из графита при высоких давлениях и темпе-

ратуре. По своей работоспособности превосходит часто естественные алмазы, а стоимость его много меньше.

Синтетические алмазы производятся в Советском Союзе в промышленном масштабе начиная с 1959 года. Технология разработана советскими учеными. Объем производства синтетических алмазов в несколько раз превышает объем добычи природных технических алмазов.

**Эльбор** — это кубический нитрид бора. Синтезируется при высоких давлениях и температуре. Химическая формула BN.

Эльбор сочетает высокую твердость и теплостойкость, превышающую в два раза теплостойкость алмаза. Химически инертен к железу и сплавам на его основе. Эти качества делают эльбор незаменимым при обработке высокотвердых сталей и сплавов, которые плохо или совсем не обрабатываются обычными абразивными и алмазными инструментами.

Эльбор создан советскими учеными. Экономический эффект от применения эльбора на предприятии составляет в среднем 10 рублей на 1 карат инструмента.

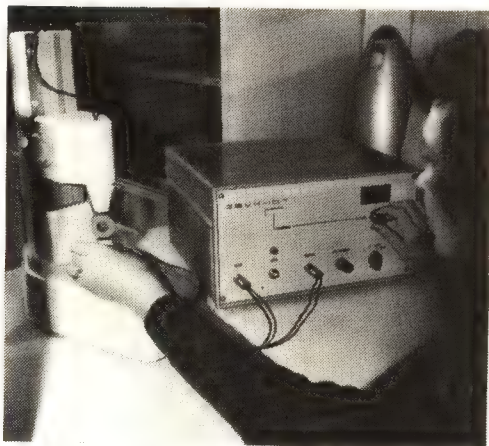


Щелевая электропечь для обжига абразивного инструмента. За процессом обжига следит автомат.

Для изготовления малоформатных — диаметром 1 или несколько миллиметров — абразивных дисков или конусов применяется метод горячего литья под давлением. На снимке запечатлен момент формовки конических головок. Пресс, который держит в руках формовщица Елена Болдина, готовит одновременно 9 головок.

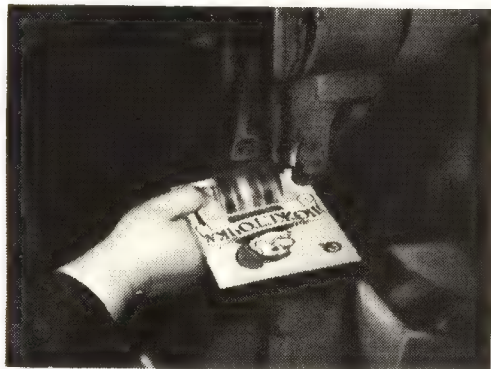






Начальник лаборатории МАЗа Валентина Лисовская контролирует качество шлифовального круга на электронном приборе.

Ножеточки, которые продаются в хозяйственных магазинах, тоже делаются в цехе Московского абразивного завода. Здесь же делаются распылители воздуха для аквариумов: основа такого распылителя, по сути дела, — абразивный цилиндрок на керамической связке.



Алмазный и абразивный инструмент принес в промышленность высокую скорость обработки изделий и отменное качество получаемой продукции, поэтому станки для абразивной обработки стали вытеснять традиционные металлорежущие. В подшипниковой и некоторых других отраслях промышленности станки с абразивным инструментом составляют более шестидесяти процентов станочного парка.

Абразивная промышленность Советского Союза производит сейчас свыше пятидесяти тысяч видов абразивного инструмента. Одно из ведущих предприятий в этой области — МАЗ — Московский абразивный завод.

## ЭКСКУРСИЯ НА МАЗ

Слово «абразив» происходит от латинского «абразию» и означает соскабливание. К абразивным материалам относятся породы, основные составляющие которых — минералы высокой твердости. Абразивный инструмент состоит из зерен абразивного материала, скрепленных каким-либо связующим веществом. Поскольку искусственные абразивные материалы от природных отличаются более высокой стабильностью физико-механических свойств, в производстве абразивного инструмента предпочтение отдается им. Так начал экскурсию по заводу главный технолог предприятия Олег Николаевич Абрамов.

Первые абразивные инструменты, отдаленно напоминающие те, которые производятся сейчас, делали в Индии гранильщики драгоценных камней: смешивали с шеллаком толченый корунд и формовали круги. В конце прошлого века английский изобретатель Барклай начал делать шлифовальные круги из смеси наждачной крупки с глиной. Круги после обжига становились

**Карбид бора** — получают в электрической печи из технической борной кислоты и нефтяного кокса. Формула кристаллического карбида бора  $B_4C$ .

**Карбид кремния** — химическое соединение кремния с углеродом  $SiC$ . Раньше назывался карборундом.

**Электрокорунд** — искусственный абразивный материал, который получается плавкой глиноземного сырья в электродуговых печах с последующей кристаллизацией расплава. В зависимости от содержания глинозема и технологии плавки выпускается нор-

мальный электрокорунд, белый и легированный — хромистый, титанистый, циркониевый. Производится также монокорунд и сферинокорунд. Первый — это мелкие монокристаллы корунда, второй представляет собой полые корундовые сферы.

## СТАРИННЫЙ РЕЦЕПТ

из «Книги новейших рецептов 1899 г.»

...«Две весовые части портландского цемента и одну часть тонко измелъ-

ченного кварца замешивают на воде до получения жидкой кашицеобразной массы, которую затем выливают в соответствующие формы требуемых размеров и высушивают в течение 12 дней.

Когда приготовленная таким образом масса высохнет, ее вынимают из формы и погружают на некоторое время в раствор из равных частей сернокислой меди и сернокислого цинка; в этом растворе все поры формованной массы заполняются, и камень получает свойства самого лучшего натурального точильного или полировального камня».



## МИРНЫЙ АРТСНАРЯД

Его калибр — 100 миллиметров, масса — 12,25 килограмма, максимальная дальность стрельбы — 16 километров, а эффективный радиус действия — до 14 километров. Это новый специальный снаряд «Эльбрус-4» для защиты урожая сельскохозяйственных культур от града. Разработанный советскими учеными метод защиты оказался весьма надежным и эффективным. В его основе лежит использование фазовой неустойчивости градового облака: в определенной части облака создается искусственная зона кристаллизации и изменяется кинетика образо-

вания крупной фракции града. В результате град или вообще не образуется, или образуется мелкий, который тает во время падения. Под охраной противоградовых экспедиций сейчас находится примерно семь миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий.

«Эльбрус-4» выстреливается из 100-миллиметрового зенитного орудия и доставляет в градовое облако реагент — йодистое серебро. С помощью «Эльбруса-4» можно обрабатывать облачность над любой, даже густонаселенной местностью.

## ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

В Киевском институте инженеров гражданской авиации разработан весьма важный для аэродромных служб прибор дистанцион-

ного контроля и определения отказавших ламп светосигнальной системы посадки аэропорта. В случае необходимости с помощью этого прибора можно отыскать место обрыва высоковольтного кабеля или повреждения его изоляции.

## СОЛЬ ДОБЫВАЕТ КОМБАЙН

Конструкторы Баскунчакского ордена Ленина солепромысла полностью механизировали все операции по добыче соли, создав и внедрив на промысле солекомбайн.

Этот комбайн добывает соль, очищает ее и грузит в железнодорожные вагоны. Производительность его зависит от твердости соляных пластов и колеблется от 130 до 250 тонн в час.

Внедрение комбайна радикально улучшило условия труда рабочих.

лись хрупкими и разлетались от малейшего напряжения.

Коллега Баркляя — англичанин Батеман прославился «вулканическим инструментом»: он смешивал абразивное зерно с каучуком и серой, формовал и вулканизировал.

Так с той поры — с конца прошлого столетия — при изготовлении абразивного инструмента используются два вида связок: органические и неорганические. А от вида связки зависят прочность и режимы работы инструмента. Органическая связка, например, позволяет делать круги толщиной до десятых долей миллиметра при относительно большом диаметре — 150—200 миллиметров. Благодаря плотному строению абразивные круги на вулканической связке незаменимы при работах с большим боковым давлением, например, при прорезных и отрезных операциях. Инструмент на органической основе отличается от инструмента на керамической связке тем, что абразивные зерна в нем держатся слабее и при увеличении давления на обрабатываемую поверхность углубляются в связку, которая от повышения температуры становится мягче. Утапливаясь в связку, абразивные зерна начинают нежнее скоблить, и обрабатываемая поверхность получается чище, чем при других видах обработки.

Московский абразивный завод производит абразивный инструмент на неорганических связках — на керамических. Они отличаются огне- и водостойкостью, не боятся химически агрессивных сред. В зависимости от состава в процессе термической обработки они плавятся, превращаясь в стекло, или спекаются, образуя фарфоровидную массу.

Абразивный инструмент на керамической связке находит очень широкое применение. Технология его производства имеет много общего с изготовлением фарфора: строго по рецепту смешиваются компоненты связки с соответствующим абразивом, затем идет формовка инструмента и обжиг в специальных печах при температуре 1240—1260 градусов.

Московский абразивный завод выпускает самый разнообразный инструмент, в том числе из сверхтвердого материала — эльбора.

До Октябрьской революции в России изготовлялось в год 300 тонн абразивного инструмента. Московский абразивный завод за один месяц делает в три раза больше по весу, а по номенклатуре и не сосчитать.

Впервые в отрасли на этом предприятии внедрена и действует поточно-механизированная линия производства абразивного инструмента, которая практически не требует вмешательства рабочих рук. Приготавливают смесь, подают ее к формовочным машинам, направляют в печь на обжиг сырую заготовку и вынимают из печи готовый инструмент — механизмы под контролем приборов. Разработали эту поточно-механизированную линию сотрудники филиала Всесоюзного научно-исследовательского института абразивов и шлифования в содружестве с коллективом МАЗа.

Здесь впервые в нашей стране отработан выпуск инструмента для высокоскоростной обработки металлов. Этот инструмент поставляется, в частности, для автоматической линии производства шарикоподшипников на Государственном подшипниковом заводе.

# ТУЧНОСТЬ МОЖНО ПРЕОДОЛЕТЬ

Мы излагали систему рационального питания, предложенную кандидатом медицинских наук В. И. Воробьевым («Наука и жизнь» № 2, 1979 г.). Публикация вызвала немало читательских откликов. В дополнение к ней по просьбе читателей на цветной вкладке приводятся сегодня данные о калорийности и химическом составе наиболее употребляемых продуктов и готовых блюд, необходимых для использования системы В. И. Воробьева.

Подробнее ее изложение читатель найдет в инструкции к калькулятору «Рацион» того же автора, выпускаемой Главным аптечным управлением Министерства здравоохранения СССР. В инструкции приведены номограмма и таблицы для определения нормального веса человека, даны приемы расчета требуемой калорийности и химического состава пищи, приведены советы при лечении ожирения, сахарного диабета, дана характеристика основных диет, используемых для лечения болезней органов пищеварения, обмена веществ, сердечно-сосудистых и других заболеваний, помещена таблица энергозатрат при различных видах физической нагрузки, даны номограммы химического состава и калорийной ценности свыше 600 продуктов и блюд.

Калькулятор изготовлен из пластмассы в виде миниатюрной коробочки с выдвижной линейкой и позволяет автоматически без расчетов получать необходимые данные о рационе.

Кандидат медицинских наук В. ВОРОБЬЕВ.

Пытаясь побыстрее освободиться от излишнего веса, многие прибегают к голоданию или к чрезмерным физическим нагрузкам. Это далеко не лучший путь к намеченной цели: он ведет прежде всего к распаду белка в организме, а не жира, который представляет собой главную причину тучности; к тому же при этом резко нарушается обмен веществ.

Накопление жира в организме происходит постепенно, и поэтому терять его нужно тоже постепенно. К успеху здесь приводит не кратковременный, пусть энергичный

порыв, а целеустремленность, сила воли, которых должно хватить надолго.

Наше питание зачастую определяется не физиологическими потребностями организма, а эмоциональными психологическими факторами, семейными традициями, привычками.

Замечено, что на многие стрессовые ситуации тучные люди реагируют повышением аппетита; у них, как правило, отмечается склонность к сладкой, жирной пище.

Часто еда становится обязательным атрибутом общения людей, досуг заполняется

## Н О В Ы Е К Н И Г И

Семья в системе нравственного воспитания. Актуальные проблемы воспитания подростков. Сост.: М. А. Иволгин, И. Ф. Дементьева. М., «Педагогика», 1979. 232 с. 40 к.

Статьи сборника подготовлены на основе докладов и выступлений на состоявшейся в апреле 1979 г. Всесоюзной научно-практической конференции «Формирование активной жизненной позиции: опыт и актуальные проблемы нравственного воспитания». Они посвящены вопросам развития и укрепления советской семьи, повышения ее нравственно-воспитательной роли, опыту работы с подростками. Предлагаемая книга — одна из се-

рии, в которую входят следующие издания: «Активная жизненная позиция борцов за коммунизм», «Вопросы партийного руководства нравственным воспитанием», «Роль средств массовой информации и пропаганды в нравственном воспитании», «Советская культура и духовный мир человека труда» и др.

Диалоги о воспитании. (Книга для родителей). Под ред. В. Н. Столетова. Сост. О. Г. Свердлова. М., «Педагогика», 1979. 320 с. 2 р. 30 к.

Книга состоит из трех частей: «Ваш ребенок», «Педагогика семейных отношений», «Когда наступает зрелость». В ней затронут широкий круг вопросов: о соотношении биологического и социального развития человека, о врожденных и приобретенных качествах, о том, как воспитывать современного ребенка и каковы возможности его обучения, о процессе становления и формирования личности ребенка, о том, что такое «трудный воз-



приемом пищи. Встретили вы приятеля, зашли в кафе, в гости — обязательно угощение, чай, кофе, конфеты, бутерброды, независимо от того, когда последний раз вы принимали пищу. Сблэзн поесть поджидает нас на улице, в кино, в театре — в виде пирожных, конфет, мороженого. Противостоять сблэзну бывает трудно; чтобы преодолеть этот психологический барьер, нужно изрядное упорство. Упорство — первое и необходимое условие борьбы с тучностью.

Второе важное условие — физическая нагрузка.

Безусловно, наиболее эффективный расход энергии доставляет спорт, но это часто недоступно занятым людям; к тому же спорт в основном удел молодых. Взамен спорта пожилым занятым людям можно порекомендовать систему микрогимнастики, которую можно выполнять даже в кресле, не привлекая внимания окружающих. Это упражнения для мышц стопы, голени, бедра.

Вот как примерно они выглядят:

несколько раз напречь икроножные мышцы и оторвать пятки от пола;

поставить стопу на носок и легко подвигать ногой (повибрировать);

несколько раз напречь ягодичные мышцы;

15—20 раз напречь брюшные мышцы, чередуя вдох с выдохом;

15—20 раз сжать и разжать кисти рук; несколько раз легко и незаметно прогнуть спину и напречь мышцы.

Сверх этих упражнений, повторяемых не менее трех раз в день, работу сидя нужно чередовать с работой стоя (чтение деловых бумаг, разговор по телефону, разговор с сотрудниками), приучить себя смотреть телевизор, меняя сидячее положение в кресле на положение стоя, проходить пешком некоторую часть пути на работу и с работы, а поездку в общественном транспорте совершать стоя, периодически делая незаметные упражнения для мышц ног, меняя нагрузку с одной ноги на другую. Главное,

необходимо всегда помнить о движении, какую бы работу вы ни выполняли.

Третье условие снижения веса — это уменьшение калорийности питания. Соответствующая методика излагалась в нашей предыдущей публикации. В отличие от авторов, которые предлагают жесткую диету с набором определенных продуктов, приема блюд в основном в отварном виде, отказа от специй, мы считаем, что человек должен питаться разнообразно, соблюдая тот стереотип питания, который выработался у него годами, но лишь в пределах пониженной калорийности. Здоровому человеку ни один естественный продукт не вреден, если он употребляется в определенном соотношении с энерготратами организма. Поэтому необходимо знать химический состав и калорийность продуктов с тем, чтобы планировать свое питание.

На цветной вкладке помещена краткая картотека продуктов питания, в которой их химический состав и калорийность представлены длинной цветных линий.

Здесь еще раз хотелось бы напомнить о постепенном приближении к нормальному уровню калорийности пищи. За неделю общая калорийность рациона не должна снижаться более чем на одну пятую.

Питание должно быть четырехразовым (завтрак, обед, ужин и на ночь стакан молока или кефира). Для уменьшения аппетита перед каждым приемом пищи медленными глотками выпивайте стакан холодной воды. Исключите соленое, научитесь употреблять пищу с ограниченным содержанием соли, медленно и тщательно ее пережевывать. Прием пищи должен длиться не менее 15—20 минут. Увеличение этого срока уменьшает аппетит.

Питаясь так, как сказано выше, за первую неделю вы должны потерять не менее двух килограммов веса. Если этого не произошло, вновь уменьшите калорийность рациона, но опять-таки не более чем на одну пятую.

Не стремитесь к быстрой потере в весе!

раст», о единстве идейно-нравственного и трудового воспитания, о развитии общественной активности и самовоспитания, об особенностях возраста.

Финк Л. Константин Симонов. Творческий путь. М., «Советский писатель», 1979. 413 с. 1 р. 20 к.

Доктор филологических наук Л. Финк, автор ряда работ о советской литературе и ее ведущих мастерах, рассматривает поэзию, прозу и драматургию Константина Михайловича Симонова в их тесной взаимосвязанности. Автор определяет К. Симонова как выразителя судеб, мировоззрения и характера того поколения, главным событием в жизни которого оказалась Великая Отечественная война. С первых дней войны К. Симонов был на фронте в качестве военного корреспондента фронтовых и центральных газет. Осмыслению опыта Отечественной войны посвящено и послевоенное творчество этого замечательного писателя, наиболее

полно выразившееся в трилогии «Живые и мертвые», удостоенной Ленинской премии.

Шамаро А. А. Действие происходит в Москве. М., «Московский рабочий», 1979. 200 с. с илл. 75 к.

Московские улицы и переулочки, бульвары, набережные и отдельные дома являются местом действия многих произведений русской и советской литературы. Можно сказать, что наш город «населен» бесчисленными литературными героями. С этим миром, невидимым, но реальным и бесконечно интересным, и познакомит читателя книга московского журналиста и литературоведа А. А. Шамаро. Это своеобразный путеводитель по городу. Автор много лет ведет исследование поэтической географии, составляя атлас русской литературы, в котором Москва занимает исключительное положение. (Глава из книги была напечатана в нашем журнале № 11, 1972 г.)





В ноябре 1979 года общество «Знание» принимало делегацию Шведской королевской академии инженерных наук. На встрече с лекторами, руководителями лекторских групп и редакторами научно-популярных журналов Общества присутствовали председатель правления Всесоюзного общества «Знание» академик Н. Г. Басов, бывший президент Шведской королевской академии инженерных наук г-н Э. Вальденстрем и вновь избранный президент академии г-н Н. Грален.

С лекцией «Научно-технический прогресс в Швеции» выступил директор-распорядитель академии г-н Г. Хамбреус (фото сверху).

Редакционный совет Всесоюзного общества «Знание» много лет возглавляет известный советский инженер и ученый, Герой Социалистического Труда, лауре-

ат Государственных премий академик Н. А. Доллежал. В октябре 1979 года ему исполнилось 80 лет. На очередном заседании редсовета академика Н. А. Доллежала от имени общества «Знание» тепло приветствовал первый заместитель председателя правления Общества Ю. К. Фишевский (фото внизу слева).

По приглашению Всесоюзного общества «Знание» с 17 по 30 октября 1979 года в СССР гостила делегация вьетнамской газеты «Наука и жизнь» во главе с ее главным редактором тов. Хоанг Линем. Состоялись беседы в правлении Всесоюзного общества «Знание» и в правлении украинской республиканской организации. Делегацию принимали также редакции журналов «Наука и жизнь» (г. Москва) и «Наука и общество» (г. Киев). Во

время бесед в редакциях приняты конкретные решения о сотрудничестве родственных изданий.

На снимке (внизу справа): члены вьетнамской делегации на экскурсии в Горках Ленинских.

Пятидесятилетний юбилей Московского планетария был торжественно отмечен в конце ноября в Колонном зале Дома союзов. За многолетнюю плодотворную пропаганду политических и научных знаний среди трудящихся Президиум Верховного Совета СССР наградил орденами и медалями СССР группу работников Московского планетария.

Юбилею был посвящен и международный симпозиум, проходивший в здании планетария несколько дней. Из многих стран приехали в Москву ученые, чтобы поздравить работников Московского планетария со знаменательной датой и обменяться мнениями по актуальным вопросам развития техники, позволяющей в земных условиях моделировать процессы, происходящие во Вселенной.

Число подписчиков на журнал «Наука и жизнь» на 1980 год (по состоянию на январь) составило 2 812 799 человек. Таким образом, из общего тиража 3 млн. экземпляров в розничную продажу будет поступать немногим менее двухсот тысяч экземпляров.





## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка пространственного воображения и умения мыслить логически

## ДВОЙНОЙ ПАРКЕТ (головаломка)

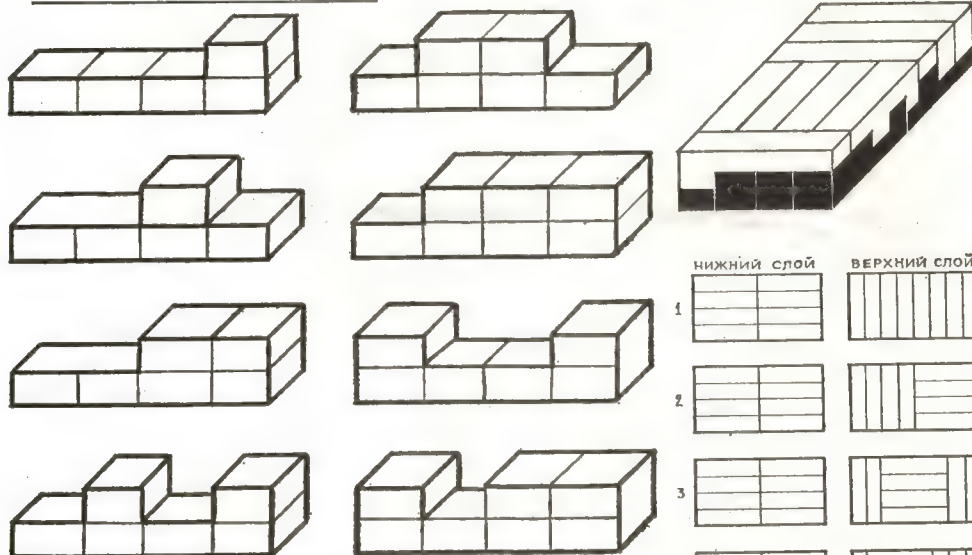


Рис. 1.

Выпилите из дерева два набора брусков с вырезами, как показано на рисунке 1, и покрасьте каждый набор в свой цвет.

Используя бруски одного набора, можно выложить прямоугольник площадью  $4a \times 8a$ . Если при этом выступы всех брусков направлены вверх, то бруски второго набора можно уложить вторым слоем так, чтобы в результате получился параллелепипед размером  $1,5a \times 4a \times 8a$ . При этом рисунок второго слоя паркета может, вообще говоря, отличаться от рисунка первого слоя.

Попробуйте найти семь способов укладки двойного паркета в соответствии с

рисунком 2. Нижний слой показан лежащим выступами вверх (но сами выступы не обозначены), верхний слой — выступами вниз.

Если у вас нет времени заниматься выпиливанием, можно обойтись менее удобным, но более простым в изготовлении вариантом головоломки. Для этого достаточно заменить каждый брусок полоской

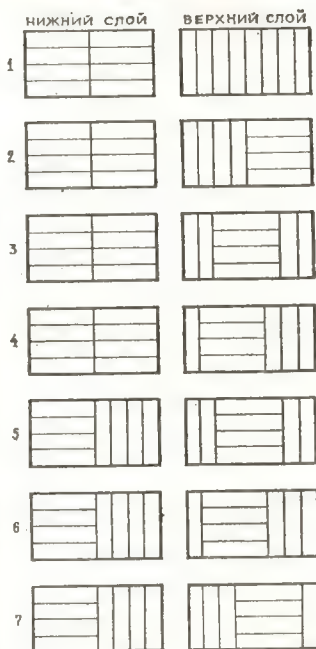


Рис. 2.

картона, наклеивая в местах выступов второй слой, или пойти дальше по пути упрощения, обозначив выступы условным значком, например, точкой (рис. 3).

**Б. ШИРОБОКОВ.**

г. Горький.

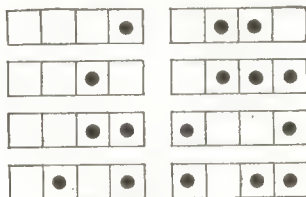


Рис. 3.

## ЗАДАЧИ СО СПИЧКАМИ

### Задача 1

Из 9 спичек составить 7 треугольников, лежащих в одной плоскости. Ломать, разрезать и накладывать спички друг на друга не допускается.

Головоломка имеет два решения.



### Задача 2

Девятнадцатью спичками выложите «равенство», показанное на рисунке. Переложите 3 спички так, чтобы получилось правильное равенство.

**Г. ГРИГОРЯН.**

г. Батуми.



# ПУТЬ КОМЕТ

В. ГАЛУЗИНСКАЯ, корреспондент журнала «Наука и жизнь», г. Киев.

...Ибо путь комет —  
Поэтов путь: жжя, а не согревая,  
Рая, а не взращивая — взрыв и взлом,—  
Твоя стезя, гривастая кривая,  
Не предугадана календарем.

М. Цветаева.

Помнится, в морозном декабре 1973 года многие дарили друг другу под Новый год бинокли и оптические трубки, чтобы наблюдать комету Когоутека. О чрезвычайном событии — о приближении кометы, которую можно будет увидеть невооруженным глазом на дневном небе рядом с Солнцем, было много оповещений в прессе, но событие это практически не произошло. Приближаясь к Солнцу и Земле, комета становилась все ярче, однако не столь яркой, как ожидали, и на дневном небе ее никто не увидел.

Астрономы считают кометы самой молодой частью Солнечной системы, гораздо моложе планет и их спутников. Кометы живут значительно меньше, чем другие космические тела, возникают и исчезают. Их количество все время пополняется, если бы это было не так, уже давно не осталось бы ни одной кометы. Быстрая эволюция комет очень интересует астрономов. Изучение комет может внести ясность в тайну эволюции всей Солнечной системы. Кометы

представляют интерес и со многих других точек зрения.

Например, они оказались важным и серьезным объектом для проверки законов небесной механики. Открытый Ньютоном закон всемирного тяготения позволил астрономам существенно продвинуться в прогнозировании положения небесных тел. Расчеты траекторий движения небесных тел — орбит — стали делать с очень большой точностью. Создавалась новая наука — небесная механика. Однако проверку законов небесной механики было недостаточно строить только на наблюдениях движения планет. Планеты движутся почти по круговым орбитам вокруг Солнца и приблизительно в одной плоскости. А вот кометы перемещаются по разнообразнейшим орбитам — эллипсам, параболам и в плоскостях, по-разному наклоненных к орбите Земли. С помощью комет удалось отточить методы небесной механики.

Во время этих наблюдений было сделано много интересных открытий. Например, английский астроном Эдмунд Галлей (1656—1742) обнаружил, что три кометы, которые наблюдали с промежутками примерно в 75 лет, на самом деле одна и та же комета, движущаяся по сильно вытянутой орбите вокруг Солнца и периодически возвращающаяся в поле зрения наблюдателей с Земли.

Техника астрономических наблюдений постепенно совершенствовалась. В начале XIX века была разработана методика спектрального анализа, который дал возможность узнать то, что ранее считалось неизведанным, — химический состав небесных

● НАУКА. ВЕСТИ  
С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ



тел. Дело в том, что всякое вещество, будучи превращено в газ, светится своим особенным образом (по выражению Б. А. Воронцова-Вельяминова, члена-корреспондента АПН СССР, обладает индивидуальным, спектральным паспортом), и по спектру свечения его легко опознать.

Наблюдая спектр комет (вначале это делалось простым глазом, а не так, как сейчас — с помощью точной измерительной техники, иногда даже снабженной прямым вводом в ЭВМ для обработки данных), астрономы пытались угадать, из каких веществ состоит комета. В 1864 году итальянец Донати впервые наблюдал спектр кометы, которую он сам же открыл. Через четыре года англичанин Хаггинс сравнил спектр кометы со спектром углеродного пламени и обнаружил, что три яркие полосы в спектре кометы принадлежат углероду. Именно тогда стало ясно, что комета — это образование газовое. То, что называлось кометой, получило более точное определение — кометная атмосфера, порожденная ядром.

Итак, почему же на небе изредка появляется необычное светило с роскошным хвостом характерной асимметричной формы? Почему оно недолговечно и скоро исчезает из поля зрения? Почему возвращается? Почему хвост его может внезапно пропасть, а потом возродиться вновь?

На все эти «почему» отвечают астрофизики. Начиная с сороковых годов ученые сформулировали несколько гипотез о природе ядра кометы. Из-за малых размеров (от сотен метров до нескольких километров) никому до настоящего времени не удалось увидеть или сфотографировать ядро кометы. Гипотезы допускали только косвенную проверку. Из них выдержала критику лишь одна гипотеза, согласно которой ядро кометы — это ком загрязненного пылью льда. В Космосе, где давление ничтожно мало, под воздействием солнечных лучей он испаряется, поэтому кометное ядро окутано облаком пара. Облако было бы симметричным, если бы не действие на него солнечного света, который «выметает» встречающиеся в кометной атмосфере пылинки в сторону, противоположную Солнцу. За кометным ядром образуется струя пыли. Она отстает от движения кометы, и мы наблюдаем криволинейный пылевой хвост.

Кроме пыли, в атмосфере кометы есть газ. Под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца молекулы в атмосфере кометы распадаются на обломки — радикалы. А от некоторых радикалов еще отщепляются электроны. Радикал, который до отщепления электрона был нейтрален, после — приобретает положительный заряд. Он становится положительно заряженным ионом и взаимодействует с солнечной плазмой — так называемым солнечным ветром. Плазма увлекает за собою кометные ионы, и они с огромной скоро-

стью движутся в сторону, противоположную Солнцу. Так, у кометы появляется вторая — плазменный хвост. Обычно он узкий, длинный, состоит из тонких, иногда волнистых струек.

Если комета находится на большом расстоянии от Солнца, ее атмосфера практически не развита и имеет вид туманного пятнышка. Таких комет большинство. Их не разглядеть простым глазом, видны они только в мощные телескопы. Заинтересовавшись кометами, астрономы стали их открывать достаточно часто: 6—12 комет в год. В основном это слабые кометы.

Главную массу сведений ученым поставляют кометы редкие — большие, яркие, хвостатые небесные путешественницы. Последнее время пристально изучается переменность их блеска. Приближаясь к Солнцу, комета становится ярче, удаляясь, слабеет. Случается, что внезапно комета становится во много раз ярче, вопреки прогнозу. Такая вспышка блеска длится недолго, а потом видно, как от кометы отделяется сферическое облако, расширяющееся вокруг ядра. Это явление достаточно редкое, но все же иногда удается наблюдать его.

Есть еще одно интересное свойство у комет. Замечено оно по периодическим кометам, которые многократно возвращаются к Солнцу. При каждом очередном появлении комета становится все слабее и слабее. Это очень важное наблюдение, оно доказывает молодость комет. Ведь если комета слабеет, то рано или поздно она погаснет совсем. И если до сих пор не погасли все кометы, то, значит, они приходят откуда-то в Солнечную систему или возникают внутри нее, то есть их количество непрерывно пополняется. Откуда они берутся, это пока еще остается загадкой.

В последнее время пристально изучается химический состав комет, их пылевая составляющая, ориентация пылинок, наконец, разнообразное и зачастую загадочное направление кометных хвостов.

Ошибка с прогнозом яркости кометы Когоутека, той самой, что должна была быть видна днем, сыграла, как это порой бывает в науке, на пользу исследованиям. Эту комету открыли на большом расстоянии от Солнца, и уже в момент открытия она была необычайно яркой, если учитывать то большое расстояние, на котором она находилась от Солнца. Ход изменения яркости комет по мере приближения к Солнцу известен, но он для всех комет разный, и расчет носит приблизительный, так называемый статистический характер. Вот почему ожидали необычного, редкого явления природы. А капризная комета, презрев статистический расчет, тускло сверкнула на утреннем зимнем небе вблизи горизонта и удалилась в невидимую с Земли часть Солнечной системы. Невооруженным глазом комету Когоутека можно было увидеть только на темном небе вдали от больших городов и с борта космических станций.

Но в недолгий период ее неяркого свечения наука, подготовленная ко встрече с

ярким небесным телом, сделала существенный скачок. Комету Когоутека наблюдали так пристально, как до этого ни одну комету. Что же удалось обнаружить? Благодаря наблюдениям радиоастрономов существенно пополнились сведения о кометной атмосфере. В частности, было обнаружено, что в состав атмосферы кометы Когоутека входят сложнейшие химические соединения. Среди них шестиатомная молекула метилциана, о существовании которой можно было только догадываться. Комета Когоутека оказалась стимулом для изучения комет вообще. Пристальной ученые отнеслись к тому факту, что всякая комета имеет огромную невидимую атмосферу, состоящую из водорода. Наблюдения за кометой Когоутека показали, что видимая часть кометы только фрагмент, малая часть огромной кометной атмосферы.

Наука о кометах имеет большие традиции и успешно развивается в нашей стране. В частности, в Киеве есть два центра по изучению комет: в Университете и в Главной астрономической обсерватории (ГАО) Академии наук Украины.

Изучением комет вот уже более двадцати лет занимается кандидат физико-математических наук Л. М. Шульман — заведующий лабораторией экспериментальной астрофизики и астроспектроскопии в Главной астрономической обсерватории Академии наук Украины. Работы Л. М. Шульмана по физике ядер и атмосфер комет помогли существенно раздвинуть рамки научных представлений об этих небесных телах.

Вот некоторые интересные результаты, полученные в Киеве в ГАО АН УССР. Здесь была развита теория, дающая возможность определить характер движения вещества внутри атмосферы кометы, форму кометных атмосфер. Если сфотографировать комету, определить распределение яркости в кометной атмосфере, можно выяснить, с какой скоростью дует на эту комету солнечный ветер, какова его плотность, несет ли он в себе магнитные поля.

Научные сотрудники ГАО АН УССР разработали рабочие гипотезы, объясняющие характер некоторых явлений, происходящих в кометах. Например, Л. М. Шульман рассмотрел один из возможных механизмов вспышек комет. Отчего, казалось бы, комета, находясь далеко от Солнца, вдруг вспыхивает и от нее отделяется шарообразное облако? Гипотеза объясняет это так. Во время вспышек на Солнце, которые называют хромосферными, Солнце периодически выбрасывает частицы больших энергий. Это солнечные космические лучи. Частицы рассеиваются в неоднородных магнитных полях космического пространства, доходят до кометных ядер и воздействуют на них. При этом поверхностный слой ядра подвергается довольно сильному облучению, а в самом ядре начинаются химические реакции. Молекулы расщепляются, от них отделяются отдельные атомы. Они снова могут соединяться в молекулы, но уже в совсем другой комбинации. Это радиационно-хими-

ческие реакции. Они приводят к изменению химического состава комет. При этом могут образовываться такие соединения углеродородов, где атомов водорода меньше, чем это бывает обычно. Эти соединения способны взрываться. Но, чтобы произошел взрыв, эти вещества должны накопиться и взрыв должен быть чем-то спровоцирован. И то и другое происходит с помощью солнечных космических лучей. После нескольких хромосферных вспышек накапливается поверхностный слой «взрывчатки». Очередная вспышка — и происходит взрыв.

Как показывает расчет, вспышки комет по этому механизму наиболее часто происходят как раз на больших расстояниях от Солнца. Потому что именно там на поверхности кометного ядра наиболее интенсивно накапливается «взрывчатка». Вблизи от Солнца она синтезируется в гораздо большем количестве, но тут же сдувается с поверхности ядра из-за испарения льда.

Вот уже 150 лет астрономы пытаются решить вопрос, откуда берутся кометы.

«Астрономы ГАО АН УССР сейчас уделяют внимание изучению статистических данных о всех кометах, которые когда-либо наблюдались человеком. Это исследование, возможно, приведет к решению загадки о происхождении комет.

Ныне существуют три гипотезы происхождения комет, каждая из которых по-своему правомерна и каждая уязвима.

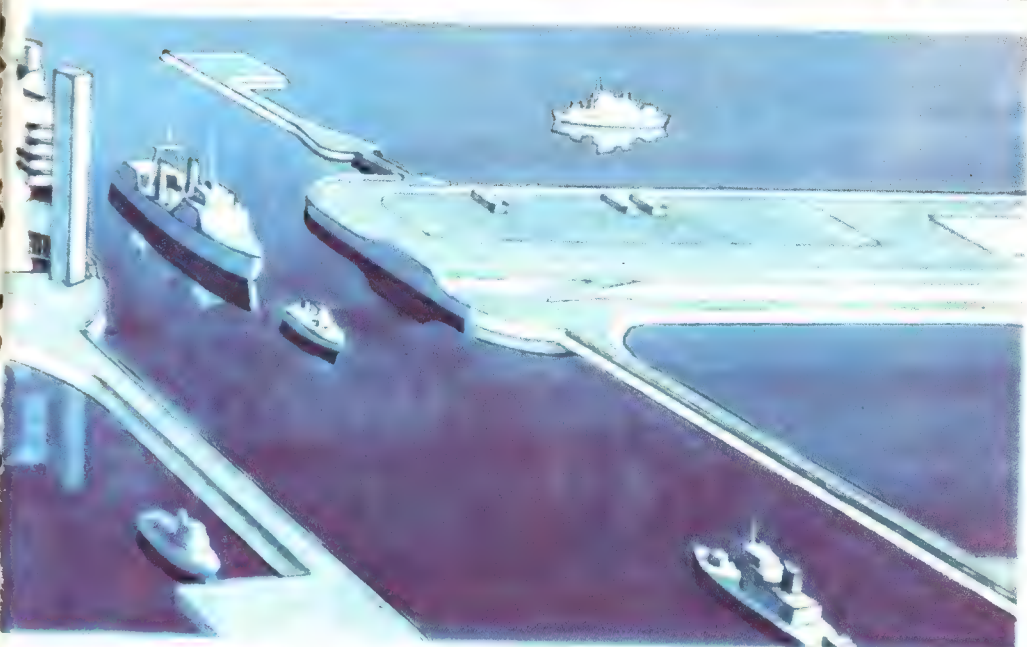
В Киевском университете развивается идея, объясняющая происхождение комет вулканическим выбросом со спутников больших планет. Впервые эта идея была предложена известным французским математиком Лагранжем, а в последние десятилетия развита профессором С. К. Всехвацким. Интересно, что действующие вулканы были недавно открыты на одном из спутников Юпитера — Ио.

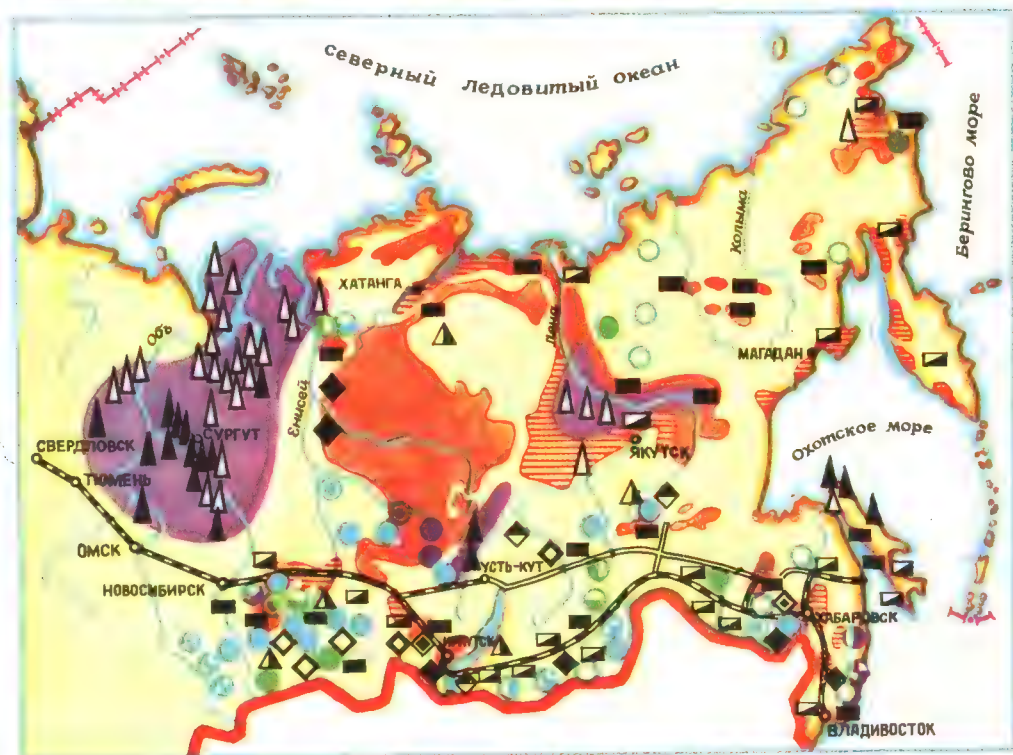
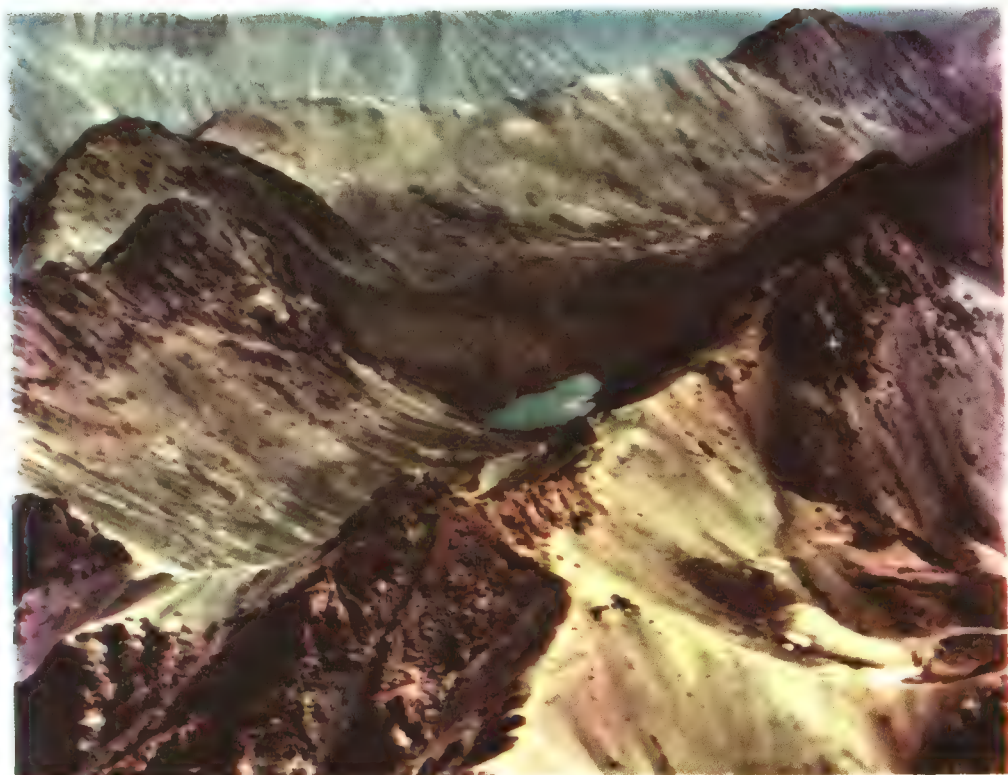
Конкурирующая гипотеза заключается в том, что кометы приходят к нам из окрестностей Солнечной системы, где есть большое скопление кометных ядер. Ядро, приближаясь к большой планете, может изменить траекторию своего движения и направиться в глубь Солнечной системы.

Третья гипотеза говорит о межзвездном происхождении комет. Предполагается, что из межзвездной среды их захватывают большие планеты, например, Юпитера или Сатурна. Полученное в последнее время доказательство того, что вещество комет по изотопному составу близко к веществу Солнечной системы, делает эту гипотезу особенно уязвимой.

Заканчивая этот очень краткий обзор науки о кометах, следует сказать, что астрономы, изучающие кометы, готовятся к новому событию. К центру Солнечной системы снова движется огромная самая яркая из всех известных комет — комета Галлея. Ее уже неоднократно наблюдали, в последний раз это было в мае 1910 года. В зону орбиты Земли комета Галлея войдет в конце 1985—начале 1986 года. Ее траектория, ее «стеязь, гривастая кривая» не просто предугадана, а точно вычислена в астрономическом календаре.









# К ВОСТОКУ ОТ УРАЛА

О проблемах геологического освоения Сибири и Дальнего Востока, о разведке недр с применением передовых геологических теорий и новейших методов, о новых формах организации труда в геологоразведке сегодня и о задачах завтрашнего дня рассказывает министр геологии СССР, профессор Е. А. Козловский, который сам много лет проработал на Дальнем Востоке и был участником крупных геологических открытий.

Подробно и углубленно эти вопросы рассматриваются в его книге «Геологи открывают богатства недр», которую готовит к выпуску в свет издательство «Недра».

Министр геологии СССР, лауреат Ленинской премии, доктор технических наук, профессор Е. КОЗЛОВСКИЙ.

Сибирь и Дальний Восток занимают почти 13 миллионов квадратных километров. Это более половины территории СССР и десятая часть всей планеты.

Еще первые исследователи, которые шли за Уральские горы на восток, поражались изобилию этой земли, особенно ее минеральным богатствам. Сегодня геологи установили, что в сибирских недрах скрыты важнейшие виды полезных ископаемых. Месторождения нефти и газа, открытые в последние десятилетия в Западной Сибири, значительно повысили обеспеченность страны топливно-энергетическим и химическим сырьем. Растущие потребности в коксующихся углях могут быть удовлетворены за счет расширения добычи угля в Кузбассе, а позже — из месторождений южной Якутии. Необходимые народному хозяйству олово, драгоценные металлы, алмазы способны поставлять Дальний Восток, Колыма и Чукотка, Якутия. Рост энергоемких производств — черной и цветной металлургии, химической и нефтегазовой ин-

дустрии — невозможно осуществить без дешевой сибирской электроэнергии, которая будет вырабатываться на гидростанциях и на тепловых станциях, использующих уголь Канско-Ачинского бассейна.

В десятой пятилетке запланировано (и это успешно выполняется) обеспечить за счет природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока почти весь прирост производства алюминия и добычи нефти и газа, более чем на 90 процентов — прирост добычи угля, примерно на 80 процентов — прирост производства меди...

До Великой Октябрьской революции почти все 13 миллионов квадратных километров территории Сибири и Дальнего Востока в геологическом отношении были «белым пятном». На необъятной сибирской земле работало всего два штатных геолога.

Сегодня изучением сибирских недр заняты 18 геологических управлений и трестов, более 10 крупных головных и региональных научно-исследовательских институтов Министерства геологии СССР, геологические подразделения Сибирского отделения Академии наук СССР. Сотни тысяч геологов ежегодно отправляются в экспедиции по сибирской тайге, северной тундре, дальневосточным горам. На службе разведчиков недр — десятки тысяч автомобилей, гусеничных тягачей, тракторов, буровые установки, передвижные электростанции, самолеты и вертолеты. Все это позволяет в сжатые сроки отыскать и подготовить к хозяйственному освоению минеральные богатства Сибири и Дальнего Востока, привлечь их на службу народному хозяйству нашей страны.

Геологоразведчики сделали практические выводы из указаний и рекомендаций, высказанных Генеральным секретарем ЦК КПСС, Председателем Президиума Верховного Совета СССР товарищем А. И. Бреж-

Мощные горные системы ограничивают Сибирь с юга.

## КАРТА РАЗМЕЩЕНИЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

1 — нефтегазоносные площади, 2 — площади залегания каменного угля, 3 — площади залегания бурого угля, 4 — нефть, 5 — природный газ, 6 — каменный уголь, 7 — бурый уголь, 8 — железные руды, 9 — марганцевые руды, 10 — никелевые руды, 11 — вольфрамовые руды, 12 — молибденовые руды, 13 — алюминийевые руды, 14 — медные руды, 15 — полиметаллические руды, 16 — оловянные руды, 17 — ртутные руды, 18 — асбест, 19 — графит, 20 — слюда, 21 — тальк, 22 — фосфориты и апатиты, 23 — БАМ, 24 — железная дорога Москва — Владивосток.

невим во время его президки в районы Сибири и Дальнего Востока, производительные силы которых играют возрастающую роль в экономике страны.

В последнем, только что начавшемся году X пятилетки согласно планам, принятым на XXV съезде КПСС, предстоит расширить сырьевые базы действующих горнодобывающих предприятий. Это означает, что геологи должны разведать новые запасы минерального сырья в традиционно сформировавшихся промышленных районах: Кузбассе, на Урале, Рудном Алтае... Намечено ускорить выявление и разведку новых месторождений нефти, природного газа и конденсата прежде всего в Среднем Приобье и на севере Тюменской области, в Восточной Сибири, Якутской АССР. Геологам предстоит найти новые месторождения руд черных, цветных и редких металлов, строительных материалов, горно-химического сырья, подземных вод.

**Н**едра Сибири и Дальнего Востока отличаются сложным строением. За всю свою долгую геологическую жизнь, за многие сотни миллионов лет, они не раз претерпевали различные преобразования. Здесь возникали и разрушались мощные горные хребты, появлялись и исчезали моря. На этой территории распространены практически все известные типы горных пород: магматические, то есть образовавшиеся при охлаждении и кристаллизации расплавов, поступивших из глубины, осадочные, те, что возникли в результате отложения продуктов выветривания и разрушения первичных пород под действием солнца, воды, ветра, и метаморфические, рожденные под влиянием высоких температур и давлений в глубоких горизонтах земной коры, куда опускались осадочные породы.

Сибирь с точки зрения геологии сложена из двух крупнейших структур: Древняя Сибирская платформа и молодая — Западно-Сибирская. С запада и юга их обрамляют мощные горы: Урал, Алтайско-Саянская система, Забайкальские хребты. Это древние горы, они образовались на ранних этапах геологической жизни нашей планеты, более 500—600 миллионов лет назад. На востоке Сибирской платформы расположены относительно молодые складчатые пояса.

Западно-Сибирская платформа — гигантская геологическая плита — расположена к востоку от Урала. Ее фундамент смят в складки. Сверху он покрыт чехлом морских и континентальных осадков толщиной в несколько километров. В них были обнаружены нефть и газ.

Далее к востоку лежит значительно более древняя платформа. Она занимает всю центральную часть Сибири. Ее фундамент сложен древними метаморфическими породами и залегает на большой глубине. В двух местах он выходит на поверхность в виде выступов: Анабарский массив и Алданский щит. Это древнейшие на земле породы.

Мощность верхнего яруса Сибирской платформы — 3—4 километра, то есть во много раз меньше мощности фундамента. В верхнем слое можно встретить полный набор осадочных и вулканогенных пород — от самых древних до самых молодых. Есть основания считать, что в этом ярусе будут выявлены месторождения нефти и газа.

С восточной стороны к Сибирской платформе прилагает система горных сооружений довольно молодого возраста. Эти горы не старше 200 миллионов лет.

Дальше на Восток геологи выделяют наиболее молодую складчатую зону, которая еще не завершила своего развития. Там продолжается активная геологическая жизнь — землетрясения, извержения вулканов. Эта зона — часть огромного Тихоокеанского пояса — так называемого огненного кольца.

Таким образом, Сибирь и Дальний Восток с геологической точки зрения — район уникальный. Это естественная лаборатория, позволяющая исследовать историю развития всей земной коры.

В ходе геологической истории Сибири и Дальнего Востока образовывались месторождения полезных ископаемых. Процесс сложный, многоступенчатый и длительный. В наиболее древних толщах геологи ищут руды железа и меди, слюду. В более молодых — руды марганца, свинца и цинка, редких металлов, нефть и газ. Наиболее богата месторождениями полезных ископаемых самая молодая эпоха: уголь, нефть, газ, олово, вольфрам, молибден, сурьма, ртуть, редкие металлы, золото, серебро, самородная сера.

**В** геологических поисках и разведке наука и производство тесно переплетаются. Они неотделимы друг от друга. Между ними подчас трудно провести границу и сказать: это теория, а это практика. Они совмещаются в каждой геологической работе, начиная с поисков, открытий и кончая разведкой конкретного месторождения. Неудивительно, что в геологической отрасли 40 научно-исследовательских институтов. Советская геология, превратившаяся в развитую научно-производственную отрасль, используя новейшие научные и технические достижения, помогает специалистам успешно вести освоение Сибири и Дальнего Востока, проверять смелые гипотезы и прогнозы.

Больше полувека назад на берег Охотского моря, неподалеку от современного Магадана, высадила геологическая экспедиция, возглавляемая двадцатисемилетним советским геологом Ю. А. Билибиным. Экспедиция недолго пробыла в негостеприимном крае, но и за это время начальник экспедиции сумел верно оценить богатство здешних недр.

«В результате работ экспедиции, — писал Ю. А. Билибин (впоследствии член-корреспондент АН СССР), — я вынес от Колымы впечатление, как от новой грандиозной металлогенической провинции. Промышлен-





ные перспективы ее я оцениваю самым оптимистическим образом...»

Этот прогноз академик С. С. Смирнов назвал «самым ярким среди всех известных геологических прогнозов». К 1936 году «вексель», выданный молодым геологом, оказался полностью погашенным.

Советскими учеными и геологами были обобщены материалы по геологии и рудоносности Советского Дальнего Востока и стран, расположенных на побережье Тихого океана. В результате был выделен грандиозный Тихоокеанский рудный пояс, установлены главные закономерности распределения полезных ископаемых в его внешних и внутренних зонах. Прогноз оказался точным. На основе этого глобального прогноза были открыты рудные районы в Хабаровском крае, Приморье, Якутии, на Чукотке.

Блестящим примером, иллюстрирующим возможности содружества теории и производства, стало открытие алмазоносности Сибирской платформы. Академик В. С. Соболев и геолог А. П. Буров выделили в Якутской тайге перспективные районы. Именно в этих местах и были обнаружены в коренном залегании алмазы. Теперь Якутская алмазоносная провинция знаменита на весь мир.

Триумфом советской геологии можно назвать открытие Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Весь путь к открытию — от самых общих теоретических предположений до первых нефтяных и газовых фонтанов — сопровождался широким

Буровые за Уралом.

применением новейших достижений в области поиска и разведки месторождений.

Период интенсивных поисковых работ начался примерно в 1961 году, когда выяснилось, что наиболее перспективны центральные районы и север Тюменской области. Были разработаны программа и общий план исследований, поисков и разведки, рассчитанные на привлечение новейших методов, резкое увеличение объемов глубокого бурения. В пределах Западно-Сибирской низменности были пробурены миллионы метров скважин, сейсморазведчики выделили на глубине сотни перспективных структур.

Сегодня установлены основные черты геологического строения Западной Сибири, выявлены запасы нефти и газа. Сложные природные условия, суровый климат, транспортные трудности не смогли помешать освоению новой нефтегазовой провинции! В мировой практике нет второго примера такого же быстрого хозяйственного освоения сурового северного края. Высокая концентрация нефтяных и газовых ресурсов, хорошее качество сырья обусловили высокий темп развития добычи полезных ископаемых в Западной Сибири.

В 1964 году были получены первые сотни тысяч тонн нефти, а в апреле 1978 года промышленники рапортовали о том, что народное хозяйство страны получило первый миллиард тонн нефти!





Нефть и газ Западной Сибири помогают и дальше улучшать топливно-энергетический баланс страны, что чрезвычайно важно для дальнейшего развития экономики Советского Союза. В соответствии с долгосрочной программой комплексного развития производительных сил восточных районов здесь создается один из крупнейших территориально-производственных комплексов. Строятся автомобильные и железные дороги, прокладываются нефте- и газопроводы, растут новые города: Сургут, Нефтеюганск, Нижневартовск...

Каковы перспективы нефтяной и газовой Тюмени? Добыча нефти на Западно-Сибирской равнине сейчас идет в основном из мезозойских отложений. Геологи считают, что и в более древних горизонтах — в палеозое — находится нефть. И есть уже подтверждения этому.

Геологический прогноз указывает на север Тюменской области, в котором в решениях XXV съезда КПСС сказано: «Ускорить выявление и разведку новых месторождений нефти, природного газа и конденсата...», этот район уверенно можно считать перспективным.

Возможно, что Сибирская платформа в будущем тоже станет нефтегазоносной провинцией страны. Привлечь ее недра на службу народному хозяйству будет нелегко из-за необычайно сложного геологического строения этого края. Да и природные условия там весьма суровы. Все это заставляет подходить с повышенными требованиями к разработке научно обоснованной стратегии и тактики геологических исследований, и особенно к организации производственного процесса. Опыт геологического освоения Тюмени, вероятно, можно будет во многом использовать и дальше.

Вездеход приходится доставлять по воздуху.

Открыть Западно-Сибирскую нефтегазоносную провинцию было нелегко. Природа не помогала разведчикам недр: нефть там из давала о себе знать никакими проявлениями на поверхности. И несмотря на все это, основные ресурсы нефти в Тюменском крае выявили в короткий срок. Таков результат правильной стратегии геологических работ. Западно-Сибирская равнина рассматривалась как единый регион, как единый геологический объект. Были установлены общие черты геологического строения региона, определены наиболее вероятные зоны нефте- и газонакопления. Генеральный план предусматривал поиски прежде всего крупных месторождений.

**В** годы Советской власти в истории освоения Сибири и Дальнего Востока особенно выделяется несколько больших этапов комплексных программ. Это — строительство Урало-Кузнецкого комбината — создание на востоке страны нового индустриального центра. Возведение ряда мощных гидроэлектростанций на Ангаре и Енисее. И, наконец, освоение Западно-Сибирского нефтегазоносного района.

Строительство Байкало-Амурской магистрали — новая комплексная программа развития Сибири и Дальнего Востока и, конечно, наиболее грандиозная. Она знаменует новый этап в их освоении.

С геологической точки зрения районы, где пролегает трасса БАМа, уникальны. Она проходит по отложениям всех геологических эпох. Трасса пересекает горные по-



роды самого разнообразного химического состава и происхождения: осадочные, магматические, метаморфические, практически все известные крупные тектонические структуры. В районах, прилегающих к БАМу, найдены месторождения многих видов полезных ископаемых: металлических, горючих, неметаллических, а также пресных, минеральных и термальных подземных вод. Здесь поразительная пестрота грунтов. Трасса проходит по земле, где широко развита вечная мерзлота. Отдельные участки трассы расположены в зоне высокой сейсмичности, что требует проведения обширных инженерно-геологических исследований.

Перечислим лишь наиболее крупные рудные районы и месторождения, прилегающие к трассе БАМа. Север Бурятской АССР благоприятен для поиска месторождений цветных, черных и редких металлов, ценного нерудного сырья. Месторождение Молодежное — редкое по количеству и качеству очень ценного минерала асбеста. Магистраль облегчит доступ к этому месторождению. В Иркутской области она пересекает районы, перспективные на нефть и газ.

Удоканское месторождение меди подготовлено к освоению. Оно расположено вблизи трассы. Рядом геологи нашли уголь и строительные материалы. Такое удачное сочетание полезных ископаемых позволит построить в этих краях крупный горно-обогатительный комбинат. К северу от Удокана, в Чаро-Токкинском междуречье, выявлены железные руды.

Алданский район Южной Якутии уже давно занимает видное место в обширном хозяйстве нашей страны. С давних пор

здесь ведется добыча золота, слюды. А сейчас в Алданском районе на сравнительно небольших расстояниях друг от друга обнаружены залежи высококачественного каменного угля, железных руд и вспомогательного нерудного сырья. Таким образом, на юге Якутии, между Беркайтом и столицей БАМа Тындой, возможно создание горнопромышленного узла. Уральскую руду и кузнецкий уголь разделяют тысячи километров, а здесь, на юге Якутии, расстояние между рудой и углем чуть более 200 километров.

На востоке зоны БАМа расположен один из важнейших оловорудных районов страны — Комсомольский, где в 50—60-х годах я работал в замечательном коллективе комсомольской геологоразведочной экспедиции. Нами были открыты и разведаны месторождения Солнечное, Фестивальное, Перевальненское, Соболиное и другие. Коллектив экспедиции за эти работы был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Сбиваются пророческие слова В. И. Ленина о том, что «горные богатства Сибири представляются совершенно необъятными».

Строительство и освоение крупных шахт, рудников, горно-обогатительных комбинатов, металлургических заводов — это начало будущих больших городов и поселков, которые появятся вокруг новых предприятий. Разведанные месторождения часто служат первоначальным импульсом в освоении новых районов. Многие ранее необжитые суровые земли к востоку от Урала включаются в полнокровную жизнь всей страны.

## Н О В Ы Е К Н И Г И

Губарев В. С. **В двух шагах от эпицентра.** М., «Советская Россия», 1979. 224 с. 45 к.

В книге рассказывается об использовании энергии мирного атома. Построена она на личных впечатлениях автора, который не раз бывал на атомных электростанциях, в урановых шахтах, в институтах и лабораториях, присутствовал при подготовке и проведении атомных взрывов в мирных целях, встречался со многими учеными, инженерами и рабочими атомной промышленности.

**Мир детства. Дошкольник.** Под ред. А. Г. Хрипковой. Отв. ред. А. В. Запорожец. М., «Педагогика», 1979. 416 с. 2 р. 50 к.

Настоящим изданием открывается цикл книг, в котором на основе научно-педагогических и психолого-физиологических исследований рассматриваются проблемы воспитания подрастающего поколения. Книга рассказывает об основных особенностях развития и воспитания детей — от рождения до 7 лет, показывает всю сложность процесса становления личности ребенка, закономерности его развития и воспитания в младенческом, раннем и дошкольном возрасте.

Сикорук Л. Л. **Физика для малышей.** М., «Педагогика», 1979. 168 с. 1 р. 80 к.

Автор в увлекательной форме знакомит любознательных детей с такими фи-

зическими понятиями, как электричество, инерция, звук. Красочные иллюстрации облегчают ребенку восприятие и усвоение прочитанного.

Эйдельман Н. Я. **Пушкин и декабристы. Из истории взаимоотношений.** М., «Художественная литература», 1979. 422 с. с илл. 1 р. 30 к.

Книга посвящена биографии и творчеству А. С. Пушкина периода южной и Михайловской ссылки. Основное внимание уделяется взаимоотношению поэта с первыми русскими революционерами. Автору удалось обнаружить много новых, порой чрезвычайно ценных и не вводившихся ранее в научный оборот материалов, а также осмыслить по-новому уже известные факты. Главы из книги печатались в журнале «Наука и жизнь» №№ 10, 11, 1976 г.

Васина М. Я. **Сквозь сумрак белых ночей.** Оформление Г. Губанова, натурные фотографии Б. Сметова. Л., «Детская литература», 1979. 231 с. с илл. («По дорогам местам»). 1 р. 60 к.

Документальная повесть о молодости великого русского писателя Ф. М. Достоевского, его окружении, друзьях и недругах, о связи всего его творчества с Петербургом. Книга является завершением трилогии «Великие обличители» о русских писателях XIX века — Н. А. Некрасове «Литерный, 36» (1971 г.) и Н. В. Гоголе «Петербургская повесть» (1974 г.). Издание иллюстрировано репродукциями картин, акварелей, литографий середины прошлого века, документальными фотографиями XIX столетия и современными натурными фотографиями.





## «ВРАЖДУ И ПЛЕН СТАРИН ПУСТЬ ВОЛНЫ ФИНСКИЕ

В августе 1979 года ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О строительстве сооружений защиты города Ленинграда от наводнений». Ряду министерств и ведомств поручено приступить к реализации проекта, разработанного Ленинградским отделением Всесоюзного ордена Ленина проектно-изыскательского и научно-исследовательского института «Гидропроект» им. С. Я. Жука (Ленгидропроект) с участием других научных и проектных учреждений.

В. ТЮРИН, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».

**Н**апротив Горного института к Неве спускается каменная лестница. С левой ее стороны прикреплены две рейки с делениями, нижняя — у самой воды. Ноль на ней — это обычный уровень Невы, ординар, как говорят специалисты. От него ведут отсчет

высоты подъема воды в реке. Когда вода «с головой» покроет верхнюю рейку, Нева выходит из берегов — начинается наводнение.

«Дворцовая площадь с Невею составляла одно огромное озеро, изливавшееся Невским проспектом как широкою рекою до самого Аничкова моста. Мойка скрылась от взоров и соединилась, подобно всем каналам, с водами, покрывавшими улицы...» — так описывает очевидец картину наводнения 1824 года — самого сильного в истории



# С Э В В ДЕЙСТВИИ



В 1976 году началась совместная эксплуатация новой железнодорожной станции на границе Чехословакии и Венгрии. Ранее на пограничном переходе существовали две станции — Русовце с чехословацкой стороны и Райка с венгерской. Огромный рост перевозок между двумя странами вызвал необходимость объединения обеих станций, их административных и эксплуатационных служб, таможенного контроля. Такое объединение позволит повысить пропускную способность пограничного пункта примерно на 60 процентов. Учитывая, что по этому пути проходят также поезда из Румынии, Польши, Югославии, ГДР и ФРГ, можно сказать, что создание новой объединенной пограничной станции — важное событие в развитии европейской сети железнодорожных сообщений.

На Кубу доставлено построенное в СССР судно «Комета». Это третье судно на подводных крыльях кубинского флота. Два двигателя мощностью по 900 лошадиных сил позволяют ему развивать скорость до 30 узлов (около 48 километров в час). «Комета» будет перевозить пассажиров и грузы на остров Пинос.

В настоящее время 15 процентов электроэнергии, производимой в Югославии, вырабатывается на оборудовании, поставленном Польшей. Сотрудничество между ПНР и СФРЮ в области строительства тепловых электростанций длится уже 12 лет.

Многоцелевой самолет советской конструкции Ан-2, производимый Мелецким авиазаводом в Польше, получил широкое распространение на внутренних линиях Монголии.

По долгосрочному соглашению между ГДР и ВНР берлинское предприятие «Машинен-Экспорт» поставит Венгрии до 1980 года 60 электропоездов для линий в пригородах Будапешта. Каждый поезд состоит из двух моторных вагонов и одного прицепного, берет 550 пассажиров. Современные светильники, мягкие сиденья, система отопления теплым воздухом с регулировкой температуры, новая система рессор и автоматические двери гарантируют комфорт в пути. Максимальная скорость поезда — 80 километров в час. Учитывая небольшие расстояния между пригородными станциями, этого вполне достаточно.

В 1968 году было подписано соглашение о сотрудничестве и кооперировании в производстве легковых автомобилей и деталей к ним между СССР и Болгарией. В настоящее время Болгария поставляет в Советский Союз около 10 видов деталей, необходимых для производства «Жигулей». В период 1976—1980 годов эти поставки значительно увеличатся. Болгария делает также автокары, идущие на экспорт в СССР. Детали, изготовленные в Болгарии, будут работать в грузовиках «КамАЗ».

Из нашей страны в НРБ поступают грузовые и легковые автомобили, автобусы, а также узлы и детали для грузовика «ГАЗ-53А» и легкового автомобиля «Москвич». В Болгарии налажена сборка этих двух марок автомашин.

На снимке: С конвейера автозавода «Мадара» в городе Шумен сходит очередной «ГАЗ-53А».



# ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Кандидат технических наук А. СОЛДАТЕНКОВ и доктор биологических

*Мы привели потому это, чтобы читатель мог сам видеть, что это случилось совершенно по необходимости.*

*Н. В. Гоголь.*

## КАКИХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШЕ?

Наиболее распространенные элементы в земной коре — кислород, кремний, алюминий, железо и кальций. Они составляют 92 процента от ее веса. Углерод, имеющий важнейшее значение для жизненных систем, занимает в земной коре семнадцатое место. Прямой химический анализ показал, что метеориты и пробы пород, взятых на Луне, также состоят в основном из неорганических элементов. Однако для всей Солнечной системы, да, по-видимому, и для Вселенной, распространенность химических элементов совершенно не такая, как мы могли бы предположить на основе данных, имеющих о Земле и Луне. Так, спектроскопическое изучение состава Солнца и других звезд показало, что в нашей Галактике в числе шести самых распространен-

ных элементов четыре основных органоэлемента. Это элементы, входящие в состав большинства органических веществ, — водород, углерод, кислород и азот (первые два места в шестерке занимают гелий и неон).

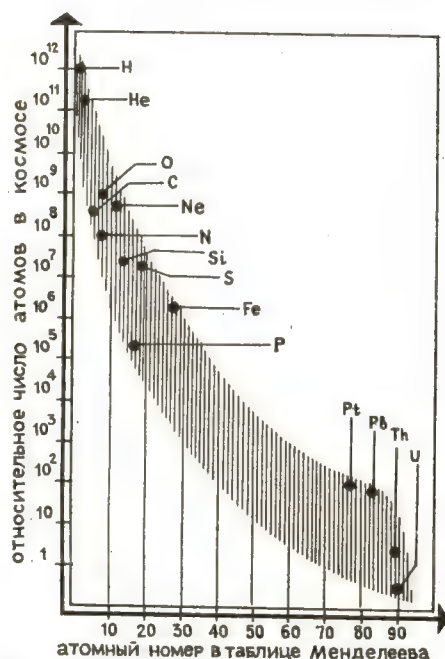
Где и как возникают химические элементы в космосе? Считают, что внутри звезд в области очень высоких температур происходят процессы, главные участники которых — атомные ядра.

В результате ядерных реакций захвата альфа-частиц и нейтронов синтезируются ядра более тяжелых элементов, которые благодаря диффузии перемещаются и поверхности звезд. Здесь же могут образоваться такие устойчивые соединения, как  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $CH$ ,  $CO$ ,  $OH$  и другие. Эти частицы затем выбрасываются взрывными процессами в межзвездное пространство, где могут вступать в химические взаимодействия и образовывать органические молекулы.

## ЧЕМ ПАХНЕТ ВСЕЛЕННАЯ?

С помощью современной радиоспектроскопии ученые смогли получить информацию о химическом составе межзвездной материи. В 1968 году в космосе впервые были открыты сложные молекулы — аммиак и вода. В следующем году был услышан «крик первенца» ныне уже большой семьи органических молекул космоса — муравьиного альдегида. Формальдегид оказался очень распространенным в межзвездном пространстве, и его даже нарекли «вселенской молекулой». Оказалось, что водород, гидроксильный радикал и формальдегид — обычные компоненты Млечного Пути. Так что в открытом космосе «пахнет» формалином.

В 1970 году были обнаружены спектральные линии второй органической молекулы — цианистого водорода. (Это — важное соединение для предбиологического синтеза аминокислот и азотистых оснований нуклеиновых кислот.) Вскоре была открыта целая лавина различных органических молекул космоса: цианацетилен, метиловый спирт, муравьиная кислота, формамид, ацетонитрил, метилацетилен, ацетальдегид и другие. В самое последнее время поступило сообщение о том, что в космосе обнаружены такие органические вещества, как винилцианид, цианамид, этанол и метиламин. И нас уже перестает удивлять то,



Относительная распространенность некоторых химических элементов в космосе.



# ВО ВСЕЛЕННОЙ

наук И. СЫТИНСКИЙ.

что в космическом пространстве, которое совсем недавно казалось человеку «мертвым», ежегодно «вылавливают» все новые органические молекулы.

Вопрос о том, как в космосе образуются органические молекулы, очень сложен. В промышленности органического синтеза, например, углеводороды и кислородсодержащие соединения получают из окиси углерода и водорода в присутствии катализаторов. Условия для такого синтеза, по-видимому, могут создаваться и на поверхности твердых пылевидных частиц межзвездных туманностей и метеоритов при адсорбции (поглощении) космической окиси углерода и водорода. В таких случаях из  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$  или  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{NH}_3$  могут образоваться различные углеводороды, а также органические соединения, содержащие кислород и азот. Космические молекулы могли появиться и без твердых поверхностей, при действии космического облучения на смеси  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ . Надо сказать, что в многочисленных модельных опытах, проведенных в лабораториях, получены все найденные в космосе органические вещества.

Итак, межзвездная материя содержит большое число соединений, как простых, так и довольно сложных, которые могут служить для синтеза биохимически важных веществ. Специалисты, вероятно, не очень удивятся, если в недалеком будущем появится сообщение о том, что в космическом бульоне обнаружены молекулы аминокислот, пуринов, пиримидинов, сахаров, которые тесно связаны с жизненными процессами.

## КОСМИЧЕСКОЕ ТАКСИ БИОМОЛЕКУЛ

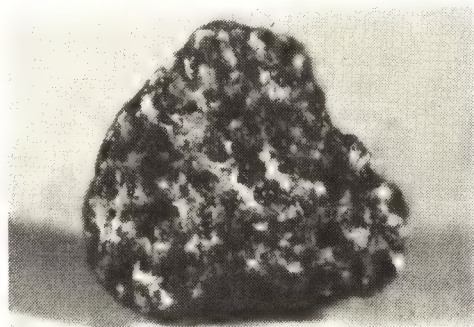
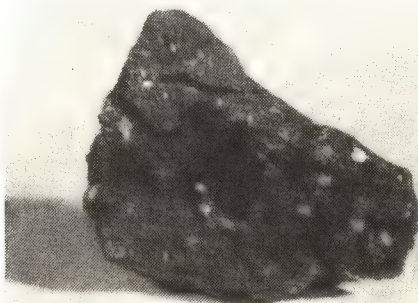
Среди метеоритов, падающих на Землю, есть так называемые углеродистые хондриты. Они встречаются крайне редко. Пока известно лишь около 20 таких метеоритов. Каждому из них дано собственное имя.

В составе углеродистых хондритов есть органическая часть — от 0,5 до 7 процентов по весу.

Состав органической части космических пришельцев пытались узнать еще в середине XIX века такие химики, как Берцелиус, Вёлер, Бертло. Однако только в последние пять — семь лет удалось достоверно установить состав этих метеоритов и подтвердить, что они действительно содержат некоторые органические вещества. Ученые смогли сделать это благодаря тому, что были созданы высокочувствительные приборы для анализа сложнейших органических смесей.



Осколок каменного метеорита, упавшего недавно от Мельбурна.



Образцы лунных пород из Моря Спокойствия: базальт и брекчия.

Оказалось, что в углеродистых хондритах содержатся различные классы органических соединений, в том числе аминокислоты, входящие в состав клеток всех земных организмов в виде белка. Первые доказательства существования аминокислот в метеоритах были получены в 1970—1971 годах при анализе как старых метеоритов (Оргей, 1864 год, Франция), так и новых (Мурей, 1950, США, и Мерчисон, 1969, Австралия). Особенно интересные сведения дал метеорит Мерчисон, который взорвался над городом Мерчисон в 100 километ-

рах от Мельбурна. Куски этого метеорита подобрали сразу же после его падения, и и поэтому возможность биозагрязнения образцов была мала. То, что куски метеорита были чисты от земных загрязнений, подтвердил анализ изотопов углерода, который показал, что метеоритный углерод значительно отличается от углерода земной биосферы.

В метеорите Мерчисон было обнаружено 18 аминокислот, из которых шесть входят в состав белков живых организмов. Некоторые аминокислоты метеорита содержат равные количества D- и L-изомеров. А это — дополнительное свидетельство того, что найденные в метеорите аминокислоты имеют внеземное происхождение, так как природные аминокислоты в основном представлены в организмах L-формами.

Метеориты содержат также углеводороды — парафины, нафты, ароматические соединения, а также спирты, фенолы, углеводы, органические кислоты. Первоначально в метеорите Оргей были открыты аденин и гуанин, а недавно в метеорите Мерчисон удалось обнаружить присутствие ряда пиримидиновых оснований. Пиримидины метеорита значительно отличаются от азотистых оснований, служащих строительными блоками нуклеиновых кислот живых организмов Земли.

## СЛЕДЫ НА ЛУНЕ

Следы органического синтеза обнаружены и на Луне. Советские космические станции серии «Луна» и американские космические корабли «Аполлон» доставили на Землю различные лунные породы. Это позволило ученым детально изучить их химический состав. Анализы лунных образцов показали, что они содержат небольшое количество углерода (около 200 частей на 1 миллиард). В лунных породах присутствуют и аминокислоты, хотя и в чрезвычайно малых, как говорят, «следовых», количествах. Предполагают, что лунные аминокислоты находятся не в свободном состоянии, а в виде полимеров.

При анализе лунных материалов тщательно проверили, не получилось ли так, что обнаруженные аминокислоты — это земные загрязнения или продукты окисления ракетного топлива. Специальные опыты подтвердили, что найденные органические вещества присущи самим лунным образцам. Так, например, установлено, что спектры лунных аминокислот, полученные на ионообменном анализаторе, отличаются от спектров таких биозагрязнений, как отпечатки пальцев. Для анализа брали пробы лунного грунта и прямо под спускаемым аппаратом и вдали от места посадки. В обоих случаях анализ показал присутствие одних и тех же аминокислот.

Анализируемая смесь разделяется сначала в хроматографической части прибора на индивидуальные компоненты. Получают в результате хроматограмму смеси. Часть смеси после хроматографической колонки поступает в масс-спектрометр, где каждая молекула ионизируется, а полученные заряженные ионы разделяются в магнитном анализаторе. Сигналы от каждого вещества записывают в виде масс-спектра.

Существует несколько гипотез о появлении органических веществ на Луне. Одна из них говорит о том, что они могли возникнуть в результате действия на лунные породы солнечного ветра, то есть космических частиц солнечного происхождения, состоящих из многих химических элементов. Считают, что падение комет и метеоритов на Луну также могло стать причиной образования органических веществ в ее поверхностном слое. В одном из лунных образцов действительно нашли частицу углеродистого хондрита (размером 3 мм).

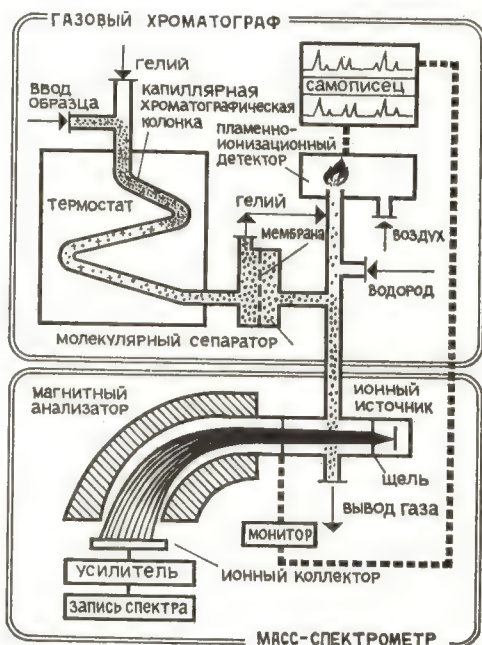
## АНАЛИЗ ВНЕЗЕМНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

При поиске органических молекул в космосе, метеоритах и лунных породах исследователи применяли современные высокочувствительные методы анализа.

Один из них — комбинированный хромато-масс-спектрометрический способ — дает возможность наилучшим образом выделить метеоритные аминокислоты. Метод заключается в стыковке двух приборов — газового хроматографа и масс-спектрометра. Схема и принцип действия этого совмещенного устройства показаны на рисунке.

Хроматография позволяет разделить даже изомеры аминокислот, а это очень важно для определения их земного или внеземного происхождения. На рисунке изображена хроматограмма разделения аминокислот, извлеченных из метеорита Мерчисон.

Так впервые абсолютно было определено присутствие аминокислот внеземного происхождения в метеоритах и подтверждена возможность существования космического органического синтеза.





## О ЧЕМ ВСЕ ЭТО ГОВОРИТ?

Органические молекулы, обнаруженные в межзвездном пространстве, биологически важные вещества, найденные в метеоритах и лунных породах, помогают нам понять определенный этап химической эволюции в космосе и на Земле. Эти открытия убедительно свидетельствуют о том, что образование органических соединений — распространенный космический процесс, а не уникальное явление. В основе этих самопроизвольно протекающих процессов лежат законы органической химии. Таким образом, можно говорить о возникновении новой отрасли знания — органической космохимии.

Новая дисциплина объединяет как анализ органических соединений внеземного происхождения, так и синтез различных биологически важных веществ из простейших предшественников (водород, метан, окись углерода, аммиак, цианистый водород и другие) в условиях, имитирующих первичное состояние на безжизненной Земле, открытый космос и т. д.

В многочисленных лабораториях СССР и за рубежом экспериментально доказана химическая эволюция во Вселенной, получены в условиях предбиологического синтеза сложные молекулы: аминокислоты, сахара, пуриновые и пиримидиновые основания, нуклеозидфосфаты, порфирины. При нагревании смеси аминокислот (температура 120—200°C) были получены белковоподобные полимеры.

Таким образом, самые последние экспериментальные данные органической космохимии подтвердили основные положения теории академика А. И. Опарина о происхождении жизни на нашей планете как результате эволюции углеродистых соединений. Кроме того, этот фактический материал указывает на возможность самозарождения жизни и на других планетах, которые отвечают требованиям, предъявляемым к подобным процессам.

Ученым различных специальностей — химикам, биологам, физикам, астрономам, геологам — предстоит объединить усилия для дальнейшего и более глубокого проникновения в тайны происхождения жизни, задачи, решение которой имеет важный мировоззренческий характер.

## Н О В Ы Е   К Н И Г И

Ракитский Б. В. Социальная программа пятилетки и образ жизни советских людей. М., Политиздат, 1976. 64 с. с диагр. (Горизонты десятой пятилетки). 13 к.

В брошюре рассказывается о том, как изменится жизнь советского человека в десятой пятилетке в результате выполнения социальной программы нашей партии: какие перемены произойдут в жизни рабочего и колхозника, человека умственного труда, пенсионера, работающей женщины-матери, молодежи, как сближаются условия труда и жизни различных социальных слоев населения.

Лисовский В. Т. Что значит быть современным? М., Политиздат, 1976. 159 с. 23 к.

Книга ленинградского социолога, кандидата философских наук посвящена волнующим молодежь вопросам: с чего начинается зрелость, что такое подлинная и мнимая романтика, что значит соответствовать духу времени, какое место в жизни занимает книга, интересно ли ты живешь и многим другим. Работа построена на материалах диспутов, происходивших при участии автора во многих городах страны.

Пирожников Л. Б. Что такое голография? М., «Московский рабочий», 1976. 144 с. 20 к.

Книга доходчиво рассказывает о том, что представляет собой молодая отрасль физики — голография, о практическом использовании голографии в технике, медицине, искусстве, о технике голографирования, а также о голографической интроскопии и ее возможностях.

Рудой В. Л. Композиты. М., «Московский рабочий», 1976. 144 с. 21 к.

Автор ставит себе задачу показать читателю мир композиционных материалов, использование которых позволяет снизить вес машин, аппаратов и приборов, повысить их прочность, надежность и долговечность.

Филиппов М. М. Осажденный Севастополь. Исторический роман. М., Воениздат, 1976. 544 с. с илл. 99 к.

Роман, написанный известным ученым и прогрессивным общественным деятелем, был издан в Петербурге в 1888—1889 гг. Он получил в свое время высокую оценку Л. Н. Толстого и вошел в историю русской литературы как первое крупное художественное произведение о героической обороне Севастополя в 1853—1855 гг.

Главный герой романа — русский народ, в котором жестокий гнет крепостничества не смог растоптать ни благородство его души, ни его любовь к Родине, ни готовность к подвигу. Автор ярко рисует образы выдающихся военачальников Нахимова, Корнилова и их соратников, исторически достоверно показывает обстановку в русской армии и в лагере противника. Отрывок из романа был напечатан в нашем журнале (№ 3, 1969 г.).

Царев М. И. Малый театр. М., «Московский рабочий», 1976. 128 с. с илл. 76 к.

Книга народного артиста СССР, Героя Социалистического Труда Михаила Ивановича Царева знакомит читателей с полуторавековой историей старейшего русского театра, второго Московского университета, как называли Малый театр за выдающуюся просветительную роль и связь с революционно-освободительным движением.

Триста веков искусства. Искусство Европейской части СССР. М., «Искусство», 1976. 327 с. с илл. 4 р. 56 к.

Издание посвящено развитию искусства на территории европейской части нашей страны, начиная с древнейших времен и кончая XVI веком, когда Россия становится единым централизованным государством. Читатель узнает, как происходило зарождение искусства в каменном веке, прочтет разделы, в которых повествуется об искусстве античных городов Причерноморья и кочевых племен-скифов, населявших Поднепровье, познакомится с монументальной и станковой живописью, пластикой, книжной миниатюрой и прикладным искусством Древней Руси. Очерки принадлежат перу крупных советских ученых — историков, археологов, искусствоведов.



ШЕСТИДЕСЯТИЛЕТИЕ  
ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ

# ПО РОДНОЙ СТРАНЕ ЦИФРЫ И ФАКТЫ

Евгений ЕВТУШЕНКО

## Волга

Мы русские. Мы дети  
Волги.  
Для нас значения полны  
ее медлительные волны,  
тяжелые, как валуны.  
Любовь России к ней  
нетленна.  
К ней тянутся душою всей  
Кубань и Днепр, Нева  
и Лена,  
и Ангара, и Енисей.  
Люблю ее всю в пятнах  
света,  
всю в окаймленье ивы...  
Но Волга для России —  
это

гораздо больше, чем  
река.

А что она — рассказ  
не краток.  
Как бы связуя времена,  
она — и Разин,  
и Некрасов,  
и Ленин — это все она.

Я верен Волге и России —  
надежде страждущей  
земли.

Меня в большой семье  
растили,  
меня кормили, как могли.

В час невеселый и веселый  
пусть так живу я и пою,  
как будто на горе  
высокой  
я перед Волгою стою.

Я буду драться,  
ошибаться,  
не зная жалкого стыда.  
Я буду больно ушибаться,  
но не расплачусь никогда.

И жить мне молодо и  
звонко,  
и вечно мне шуметь  
и цвести,  
покуда есть на свете  
Волга,  
покуда ты, Россия, есть.  
1958

♦ Волга — великая русская река, крупнейшая в Европе, 16-я по длине в мире и 5-я в Советском Союзе, начинается с небольшого ручейка шириной в 1—2 метра в деревне Волговерховье на Валдае. Ее длина — почти 3700 километров, из них 3500 километров судоходны. За годы Советской власти произведена полная реконструкция Волги. Канал имени Москвы связал Москву с Волгой и снабдил столицу верхневолжской водой. Бывшая Марининская система превратилась в современный Волго-Балтийский транспортный путь — Волго-Балт. Построен Волго-Донской канал имени В. И. Ленина. Волга стала рекой пяти морей. Волго-Балт соединил ее с Балтийским морем, Северо-Двинский канал (а позднее и Беломорско-Балтийский канал от Онежского озера) — с Белым, Волго-Дон — с Азовским и Черным, в пятое море — в Каспийское — Волга впадает сама. Со временем камско-печорское соединение даст Волге выход в Печору. На Волге созданы Ивановское, Угличское, Рыбинское, Горьковское, Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское водохранилища общей площадью более 30 тысяч квадратных километров. Новый водоем возникнет перед сооружаемой Чебоксарской плотинной.

♦ Восток Русской равнины — это степи Поволжья и Заволжья, леса Предуралья, полупустыни Прикаспия. Главные природные богатства — нефть, горючие газы, лес, плодородные земли, пастбища, огромные запасы поваренной соли в озерах Эльтон и Баскунчак, наконец, энергия рек — Волги и Камы. Между Волгой и Уралом располагается нефте-

добывающий район страны. Здесь развита мощная химическая промышленность, автомобилестроение. Поволжье дает  $\frac{1}{7}$  общесоюзного сбора зерна (саратовские пшеницы — один из лучших в мире), почти  $\frac{1}{3}$  бахчевых культур и  $\frac{4}{5}$  горчицы. Поволжье также один из главных в СССР поставщиков мяса, шерсти, овощей.

♦ В Горьковской области свыше 90 процентов прироста объема промышленного производства в девятой пятилетке получено за счет повышения производительности труда, более 300 видов изделий выпускается с государственным Знаком качества. За предыдущее пятилетие в Горьковской области создано около ста производств, в том числе крупнейшее производство железнодорожных колес на 800 тысяч штук в год, расширены вдвое мощности нефтеперерабатывающего комплекса. Автомобилестроители за счет реконструкции производства выпустили в девятой пятилетке на сотни тысяч машин больше, чем в предыдущей.

♦ В столице Чувашской АССР — Чебоксарах строится крупнейший завод промышленных тракторов. Первая очередь завода вступит в строй в конце десятой пятилетки. Уже создан экспериментальный образец трактора мощностью в 330 лошадиных сил. Его длина — почти 6,5 метра, ширина — свыше 3 метров, высота — более 4,5 метра. В тракторе использованы самые современные конструкторские решения, широко применяется автоматика. Из 28 авторских свидетельств, примененных в новой машине, 7 запатентованы в Англии, 7 — во Франции, 5 — в США, 3 — в



## ● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

Еще до первого ночного заморозка успели скосить кукурузу с большого придорожного поля и прежде чем перепахать землю под урожай будущего года, выгнали сюда скотину, чтобы подобрали коровы листья, обрубки початков, кое-какие сорняки повыщипали. Медленно бредет никем не подгоняемое стадо, реют над ним, мелькают у коровьих морд, носятся взад и вперед, сверкая вороненым пером, сотни касаток. Последнее стадо. Последняя стая. Вспугивают коровы мух, мелких жучишек, а ласточки тут же схватывают легкую добычу, которая не желала взлетать сама. Чуть повыше касаток летает над тем полем еще одна птица. Она тоже охотится, но, наоборот, держится от коров в стороне, чтобы те не спугивали ее добычу.

Пролетев немного, она поворачивает навстречу ветру и останавливается в воздухе, свесив развернутый хвост и трепеща острыми крыльями. Когда ветер становится сильнее, птица перестает трепетать и висит на месте, едва заметно подправляя свое положение движением полетных перьев. Она словно ложится на воздушный поток, держа крылья и хвост таким образом, что подъемная сила ветра становится равной силе тяжести.

По этой манере высматривать на земле жертву безошибочно узнается маленький сокол степных перелесков, высоких обрывов, окраин больших городов, деревенек с обветшавшими, древними церквушками — пустельга. Она тоже ловит жуков и кобылок, но больше любит живущую по норам разную четвероногую мелюзгу из неистребимого племени грызунов. Остановившись в воздухе, птица внимательно осматривает поверхность земли под собой. Не приметив никого, отлетает по ветру на другое место, потом дальше и дальше, пока не окажется в ее когтях замешкавшаяся полевка, суслинок, ящерица или жук.



## ПУСТЕЛЬГА

Кандидат биологических наук Л. СЕМАГО (г. Воронеж).

Фото Б. Нечаева и И. Константинова.

Схватив в лапы полевку, пустельга несет ее к шеренге столбов, где, усевшись на перекладину, неторопливо съедает добычу, чистит клюв и подремывает, распушив перо и перекрестив за спиной концы крыльев. Потом взлетает снова и скрывается за лесной полосой в том направлении, куда летят в эту пору почти все перелетные птицы. Могла бы и на зиму остаться, и оставалась не раз в «мышинные» годы, когда была возможность ловить неосторожных зверьков на снегу. Одета тепло, холодов не страшится, но снег скроет от нее привычную наземную добычу, а за птицами она гоняться не мастер.

Пустельга — дневной конкурент ушастой совы. Этот маленький сокол такой же охотник-мышелов, как и сова. Одинакова их добыча, хотя сова не берет дань с сусличьего племени, а пустельга не ловит тех, кто выходит из норок ночью. Часто гнездятся «бок о бок», охотятся на одних и тех же полях, но в разное время суток. И охотничий прием пустельги — быстрый бросок сверху, но не погоня. По-

тому и летает невысоко, чтобы не упустить замеченную жертву.

У опытных птиц промахи редки, но быстрая, проворная добыча уходит и от них. Однажды довелось мне видеть, как ушел в открытой степи большой тушканчик. Выскочив из разрушенной лаугом норки, ошеломленный зверек сделал два или три неуверенных прыжка, оглядываясь, куда бы поскорее спрятаться от яркого солнца. Но его уже успела заметить летавшая за трактором пустельга, и казалось, что жить ему осталось секунды, что даже длинные ноги не спасут растерянного беднягу от быстрогокрылого врага. Однако он проскакал по степи не менее километра, меняя направление именно в тот миг, когда когтистые лапы едва не касались его спины, пока не заметил чью-то норку и не влетел в нее пулей, оставив пустельгу ни с чем.

Пустельга никогда не торопится поскорее съесть свою добычу, как бы голодна ни была. Сусликов она разделяет так аккуратно, что остается от них почти целая вывернутая и отрезд-

ренная шкурка и крупные косточки ног на ней. Мелкие птицы попадают пустельге в когти так редко, что охоту на них можно считать случайной и не ставить ей в вину. У одной пары на двести семьдесят мышей, хомячков и полевок, тридцать три ящерицы и полсотни хлебных жуков-кузек, пойманных для себя и птенцов, пришлось всего-навсего четыре птицы. Не потому ли так безобоязненно относятся к пустельге мелкие пичуги, без волнений перенося ее присутствие даже вблизи собственного гнезда?.. В конце лета сокола можно видеть в самой гуще предлетной стаи воронков, отдыхающих в полдень на карнизах или проводах. Однако когда пустельга появляется среди стрижей, те все-таки стремятся подняться выше ее, словно избегая даже ничтожного риска. Как настоящему охотнику, ей чуждо убийство ради убийства, и во взгляде ее спокойных черных глаз нет ни злобы, ни свирепости хищника, ни надменности сильного.

У пустельги нет строительных способностей, не строит она гнезд, и поэтому не всегда в хороших охотничьих угодьях удается паре найти место, где положить яйца и вывести птенцов. На береговых обрывах годятся для этого небольшие пещерки, в стенах зданий — балочные ниши и вентиляционные ходы, в старых парках и перелесках — широкие дупла двухсотлетних лип и тополей. А на равнинах лесостепи пустельгу обеспечивают временным жильем только сороки и

грачи. В Эртльской системе полевых лесных полос, созданной в одном из самых безлесных уголков Черноземья, более пятидесяти лет не было ни грачей, ни сорок, и пустельга ненадолго останавливалась здесь только на осеннем пролете. Когда же тут осела первая пара сорок, то весной следующего года их гнездо было занято соколиной семьей. Появившись, едва сошел с полей снег, пустельги завладели сорочьей постройкой и несколько дней охраняли ее, неотлучно по очереди сидя вблизи, чтобы ни сороки, ни кто другой не захватили.

Пустельги и в грачиных колониях нередко появляются одновременно с передовыми грачами, пока еще не все уцелевшие за зиму гнезда заняты хозяевами. В грачевниках судьба выводка (яиц или соколят) не подвергается той опасности, которая довольно обычна, если соколки селятся на отшибе. Сами грачи в их гнезда не заглядывают, а вороны и сороки опасаются появляться поблизости, пока не поднимется на крыло шумливый грачиный молодежь. В другом же месте не так уж редко сороки, словно сговорившись и собравшись до десятка, буквально сдерживают насильяющую пустельгу с яиц и растаскивают их у нее на глазах. Иногда и пустельга, не ради мести, конечно, ловит на корм своим птенцам короткохвостых сорочат-сметков. Так что у этих двух птиц отношения более сложные и тесные, чем с другими пернатыми соседями.

Пустельга, пожалуй, един-

Пустельга с добычей в укромном уголке. ►

Внизу: почти полностью оперившийся птенец пустельги — пуха осталось совсем мало.

ственная из хищных птиц, которая легко приживается даже в городах. Особого внимания она к себе не привлекает, улетая охотиться за городскую черту: на открытые поля, луга или еще не застроенные пустыри. Поднявшись на крыло, молодые долго в семье не живут. Пройдя короткую школу обучения охоте, они расстаются с родителями и друг с другом. Этот соколог — охотник-одиночка.

Осенью пустельге на большой высоте делать нечего, ее пролетный путь — это и охотничья дорога. Но зато весной, когда птицей овладевает иное настроение, она не может жить без высоты. Не рядом, а чуть поодаль друг от друга пара входит в восходящий ток нагретого над сухим склоном воздуха и, ни разу не взмахнув крыльями, по крутой спирали уходит под самое облачко, заслонившее солнце. Там они, едва различимые снизу, как маленькие ласточки, подлетают друг к другу и стремительно скользят к горизонту или, наоборот, подтянув крылья к корпусу, наращивают скорость до предела — до свободного падения. Все-таки сокол есть сокол, и свободный полет — его стихия.

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зав. иллюстр. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, В. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор Б. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда». «Наука и жизнь», 1982.

Сдано в набор 19.08.82. Подписано к печати 30.09.82. Т 17823. Формат 70×108/16. Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. кр.-отт. 18,2. Тираж 3 000 000 экз. (1-й завод: 1 — 1 850 000 экз.). Изд. № 2546. Заказ № 2920.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865, ГСП, Москва, А-137, улица «Правды», 24.

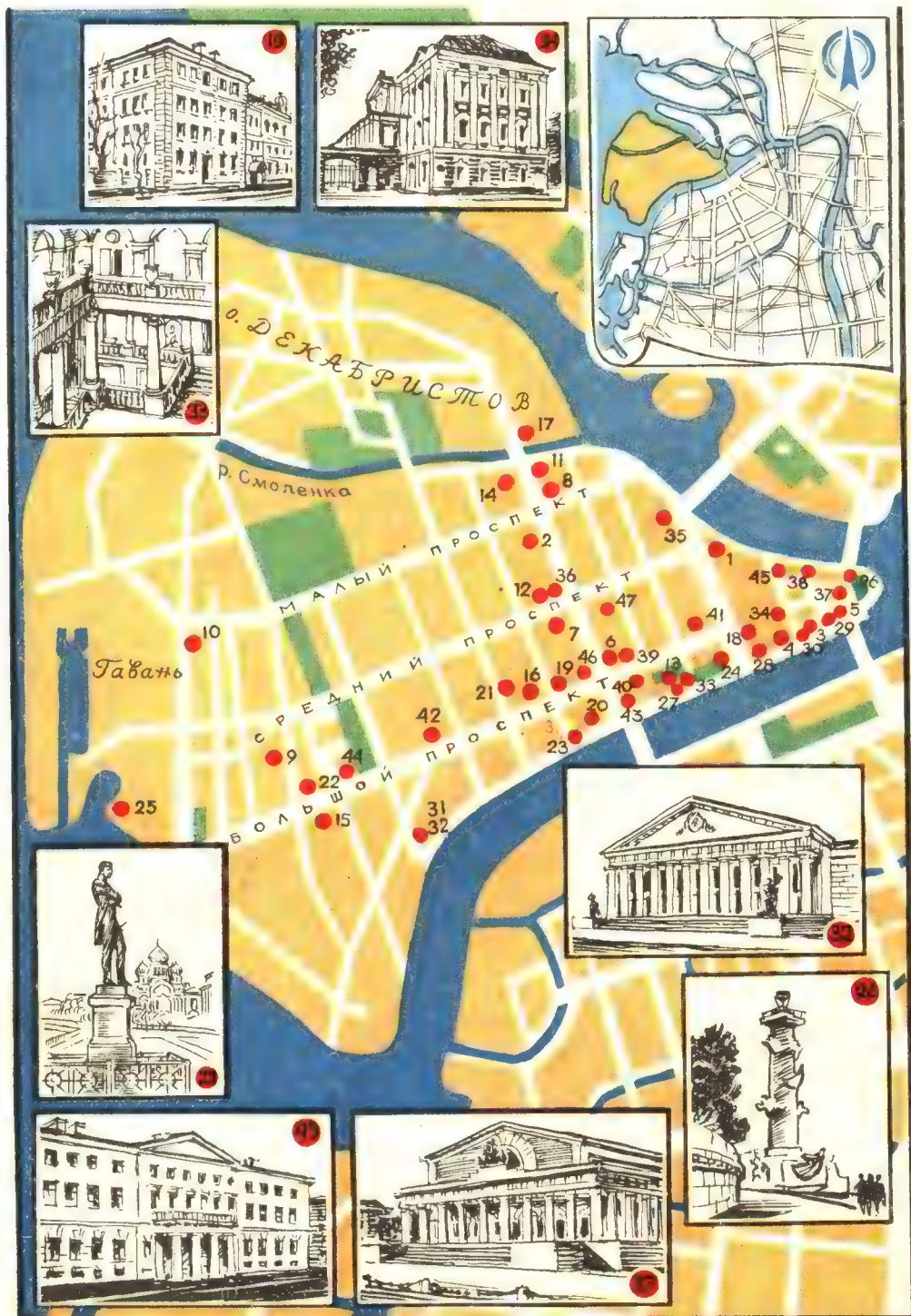




22-2 м

Л. М. М.

# ПАМЯТНЫЕ МЕСТА ВАСИЛЬЕВСКОГО ОСТРОВА (См. статью на стр. 52)



НАУКА И ЖИЗНЬ

Индекс 70601

Цена 70 коп.



## ЗАДАЧНИК КОНСТРУКТОРА

### Задача № 1

На валах 1 и 2 установлены кривошипы 3 с шарнирами 4, в отверстиях которых могут свободно перемещаться плечи коромысла 5 (рис. 1). Коромысло 5, в свою очередь, может перемещаться по неподвижной оси 6, а также качаться вокруг нее. При вращении одного из валов коромысло 5, совершая сложное движение (перемещение по оси 6 с одновременным качанием вокруг нее), приводит другой вал во вращение.



Рис. 1

Величина перемещения коромысла 5 по оси 6 составляет два радиуса кривошипа 3; валы 1 и 2 вращаются с одинаковой частотой, но в противоположные стороны.

### Задача № 2

Ось 1 шестерни 2 размещена в клине 7, который благодаря пружине 8 поджат в крайнее правое положение (рис. 2). Когда шестерня 2 вращается в направлении стрелки, рейка 3 перемещается по направляющей 4 и прижимает заготовку 6 к неподвижному упору 5. При дальнейшем

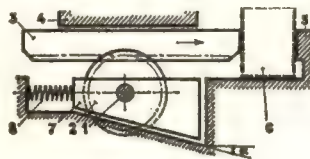


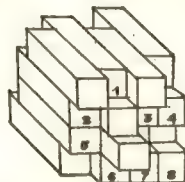
Рис. 2

вращении шестерни 2 последняя, обкатываясь по неподвижной рейке 3 и преодолевая усилие пружины 8, сдвигает клин 7 влево.

После того как зазоры в зубчатой паре выбраны и шестерня 2 оказывается плотно прижатой к рейке 3, дальнейшее вращение шестерни 2 прекращается. Величина угла  $\alpha$  клина выбирается из условия, чтобы тангенс этого угла был равен коэффициенту трения (или был меньше него) в паре «клин — направляющая». Именно это обеспечивает самоторможение механизма после прижатия заготовки 6 к неподвижному упору 5.

### БРУСКИ

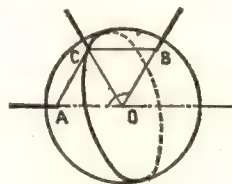
Ровно половина брусков (на рисунке они пронумерованы) расположена на одном уровне, образуя своими торцами как бы основную плоскость. От этой плоскости четыре бруска смещены в одну сторону и четыре — в другую.



### РАЗРЕЗАННОЕ ЯБЛОКО

При любом значении  $\alpha$  минимальный угол между спичками будет составлять  $2\alpha$ . Значит, по условию задачи,  $\alpha$  можно брать не больше  $45^\circ$ .

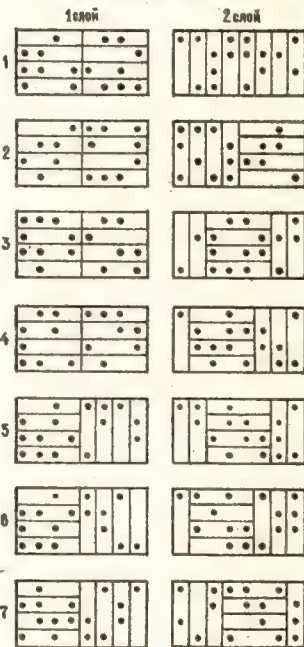
Как установить угол  $120^\circ$ ? Предположим, что задача решена: обе половинки совмещены так, что спички образовали угол  $\angle AOB = 120^\circ$ .



и биссектриса этого угла пересекает линию разреза в точке C.

Соединив прямые CA и CB, получим два равнобедренных треугольника AOC и COB, где CA и CB равны радиусу шара. Следовательно, для решения задачи достаточно сделать засечки на линии разреза от точек A и B навстречу друг другу на расстоянии, равном радиусу яблока, и совместить обе половинки так, чтобы эти засечки совпали.

### ДВОЙНОЙ ПАРКЕТ



### ЗАДАЧИ СО СПИЧКАМИ



### ПОПРАВКА

В № 1 журнала на 2-й стр. обложки в примечании следует читать: 1 тонна нефтяного эквивалента соответствует  $9\,100 \cdot 10^3$  ккал, 1 тонна условного топлива (т. у. т.) соответствует  $7\,000 \cdot 10^3$  ккал.

# БОДЯК (будяк) ПОЛЕВОЙ

С этим растением у крестьян давняя вражда. Его выпалывали руками, вырывали граблями, подкапывали вилами. Всеми средствами, какими располагали на селе, бились с сорняком, а он все рос и процветал. Особенно по яровым посевам, на залежных и огородных землях. Жесткий, штыковатый, крепко вцепившийся в землю — таков будяк, предводитель злостных трав, искоренить которые и теперь совсем непросто.

Размножается он с быстрой немощью. Представьте себе: занятый им огрех размером не более козла грузовика в первый же год способен засорить целое поле (50 гектаров). Его семена снабжены длинными летучками, и стоит подуть ветру, как они взлетают над полем, расселяясь на пашнях и бросовых участках. Свое летательное средство — своеобразный парашют, семена теряют легко. Заденет чуть за соломину или ботву картофеля, и семена падают на землю, оставляя где придется волосистую летучку. Всхожесть семян почти стопроцентная.

На занятом поле будяк в первый год развивает лишь розетку колочных листьев. Но где нет соперников, на вольготном месте, сорняк и ствол гонит, и цветет, и плодоносит в первый же год. Сильный стержневой корень проникает на глубину до полутора метров, боковые корни расходятся в стороны, и каждый из них несет почки, выкидывающие все новые стебли. На другое лето злостное растение еще больше взматерееет, тогда его главный стержневой корень опустится до недосягаемых глубин — в 4—6 метров! При таком заглублении ни засуха его не берет, ни соседство хлебных или иных растений.

В посевах и посадках весьма распространен будяк полевой (*Cirsium arvense*), в народе его часто называют осотом. В аршин и полтора развивается у него крепкий паутинистый стебель. Мощные корни отнимают у посевов пищу, а рослые стебли — свет. Листья будяка продолговатые, по краям снабжены крепкими шипами. На верхушках стеблей красуются сложные соцветия — корзинки, или головки. Каждая головка сидит на паутинистой ножке, вроде как у чертополоха поменьше. На кусте выросшие головки скучены в рыхлую, неправильную метелку. Розовые цветки все трубчатые. Растение это двудомное: на одних стеблях развиваются только тычиночные (мужские) цветки, на других — только пестичные (женские). Корзинки мужских цветков крупнее женских, после отцветания они сохнут; женские же, наоборот, после отцветания разрастаются, затем плодуют, пуская по ветру волосистые семянки.

Будяк полевой в нашей стране представлен несколькими формами и расами. Так, в северо-западных районах попадает будяк колочный, с волнисто-нурчавыми листьями. Даже стебель его оторочен низбегающими колочными крыльями. Южнее повсеместно растет будяк обыкновенный, снабженный голыми, не сильно колочными листьями. Этот вид не зря назван обыкновенным, ведь он встречается чаще других. В сушеном виде может быть употреблен на корм скоту, особенно в смеси с вьюнком, лебедой, пыреем. В Крыму, на Кавказе и по Нижней Волге растет будяк белойочный. Его листья снизу затянuty белым войлоком. Похожий подвид — будяк туркестанский, распростра-

нен в Киргизии и Узбекистане.

Будяк плодovit и живуч. Отрезок его корня длиной с палец способен окорениться, обзавестись новыми почками и дать собственное поколение стеблей. Семена и отрезки корней угнетаются лишь при глубокой заделке. Например, при заделке глубже 5 сантиметров семена уже не всходят; для истребления корней этот слой земли надо еще увеличить в два-три раза. Обыкновенная и колочная расы этого растения хорошо уживаются лишь на рыхлых, достаточно увлажненных почвах. Ни уплотненных, ни тем более засоленных почв они не выносят. На зиму стебель отмирает, остается жить одно корневище, причем с того уровня, где боковые корни размножения отходят от главного, стержневого. Значит, отмирает как ботва, так и часть подземного корня. По весне корневище «вытолкнет» новые побеги, которые довольно быстро разрастутся в колочные кусты.

Зеленый пожар полей, вызываемый сорняками, погасить нелегко. Но, разумеется, можно и должно. К примеру, против будяка результативны такие агротехнические меры, как соблюдение правил чередования культур. Особо засоренные участки надо оставлять под чистым паром, и уж на парующем поле хорошо разделить с неудобными растениями с помощью вспашки и перепахивания в совокупности с боронованием и культивацией. Сильно поубавится в поле сорняков, если его отвести под пропашные культуры, которые во все время роста и развития поддаются механической обработке междурядий (например, картофель, свекла, морковь и т. п.). Если на засоренном поле необходимо сеять озимые колосовые (предпочтительнее рожь), то делают это возможно ранее, чтобы сильнее распустившиеся всходы после перезимовки смогли заглушить будяк. С

Главный редактор **В. Н. БОЛХОВИТИНОВ.**

Редколлегия: **Р. Н. АДЖУБЕЙ** (зам. главного редактора), **О. Г. ГАЗЕНКО**, **В. Л. ГИНЗБУРГ**, **В. М. ГЛУШКОВ**, **В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ**, **В. Д. КАЛАШНИКОВ** (зав. иллюстр. отделом), **Б. М. КЕДРОВ**, **В. А. КИРИЛЛИН**, **Б. Г. КУЗНЕЦОВ**, **И. К. ЛАГОВСКИЙ** (зам. главного редактора), **Л. М. ЛЕОНОВ**, **А. А. МИХАЙЛОВ**, **Г. Н. ОСТРОУМОВ**, **Б. Е. ПАТОН**, **Н. Н. СЕМЕНОВ**, **П. В. СИМОНОВ**, **Я. А. СМОРОДИНСКИЙ**, **З. Н. СУХОВЕРХ** (отв. секретарь), **Е. И. ЧАЗОВ**.

Художественный редактор **Б. Г. ДАШКОВ**. Технический редактор **В. Н. Веселовская**.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда». «Наука и жизнь». 1980.

Рукописи не возвращаются.

Сдано в набор 23.11.79. Подписано к печати 10.01.80. Т 02209. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Тираж 3 000 000 экз.  
(1 завод: 1—1 850 000). Изд. № 287. Заказ № 1592.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865, Москва, А-137, ГСП, ул. «Правды», 24.



Всесоюзное общество «Знание» ежегодно проводит конкурс произведений научно-популярной литературы (итоги последнего, семнадцатого, опубликованы в № 5 журнала «Наука и жизнь»).

Забывая о расширении тематики научно-популярных изданий и повышении их качества, Правление Всесоюзного общества «Знание» в 1979 году объявило конкурс несколько иного типа для книг серии «Наука и прогресс»: конкурс заявок и рукописей, присылаемых под девизами. Этот конкурс был встречен с большим интересом. Поступило 1111 заявок и планов-проспектов будущих книг. Все авторские предложения были рассмотрены членами жюри, возглавляемого академиком А. Л. Яншиным, издательскими работниками, учеными и литераторами — опытными пропагандистами научного знания.

С учетом актуальности предлагаемых тем, их соответствия серии «Наука и прогресс», а также качества представленных заявок жюри предложило 57 авторам принять участие во втором туре — конкурсе рукописей.

К назначенному сроку их поступило в издательство 34.

Жюри приняло решение не присуждать первую премию. Вторых премий удостоены три рукописи. Расскажем о них кратко.

«Горящий святильник» К. Е. Левитина (рукопись была представлена на конкурс под девизом «Коллега») посвящена человеческой психике, изучению всех механизмов интеллектуальной деятельности, достижениям советской нейропсихологии.

«Нечто по имени ничто» Р. Г. Подольного. Будущая книга посвящена изучению вакуума, который в настоя-

щее время приковывает особо пристальное внимание физиков-теоретиков.

В рукописи «Занимательная биоакустика» Г. П. Морозов рассказывает о роли звуков в жизни животных, а также о технических приложениях «идей» природы в экологии; автор вводит нас в круг проблем молодой науки — биоакустики.

Среди рукописей, отмеченных третьей премией, «Объем начинается с поверхности» Ю. Б. Шмонина, «Этюды о мутантах» Б. М. Бородина, «Рассказы о ядах, лекарствах, ученых» Л. Ю. Федорова.

Книги, занявшие призовые места, выйдут в будущем году. Кроме того, издательство «Знание» планирует выпустить в ближайшие годы еще 15 работ, поступивших на конкурс.

Можно констатировать успех конкурса, познакомившего с новыми авторами и пополнившего портфель издательства интересными работами.

**В. ДЕМЬЯНОВ,**  
член жюри конкурса

Искусственные алмазы получают из графита под давлением до ста килобар и температурах до полутора тысяч градусов. Теория предсказывает, что графит может перейти в алмазоподобное состояние при комнатной температуре и давлении 16 килобар. Если же к давлению добавить сдвиг, такой переход происходит всего при 2 килобарах.

Сейчас в космических лабораториях ведутся опыты по получению однородных кристаллов из жидких смесей трудносмешиваемых компонентов. По методу «давление плюс сдвиг» та же однородность нередко может быть достигнута и в земных условиях.

Принцип «давление плюс сдвиг» обещает не только достичь по новому пути уже достигнутое ранее, но и добиться того, что раньше казалось невозможным: вспомним хотя бы про полимеризацию бензола. Однако и этим не исчерпывается то, чем богата формула «давление плюс сдвиг». Результаты, достигнутые в Институте химической физики АН СССР, ценны не только своей непосредственной практической значимостью, они несут в себе немалый идейный заряд, способны обогатить другие области науки и техники — лишь бы в них

наблюдалось это чудодейственное сочетание «давление плюс сдвиг».

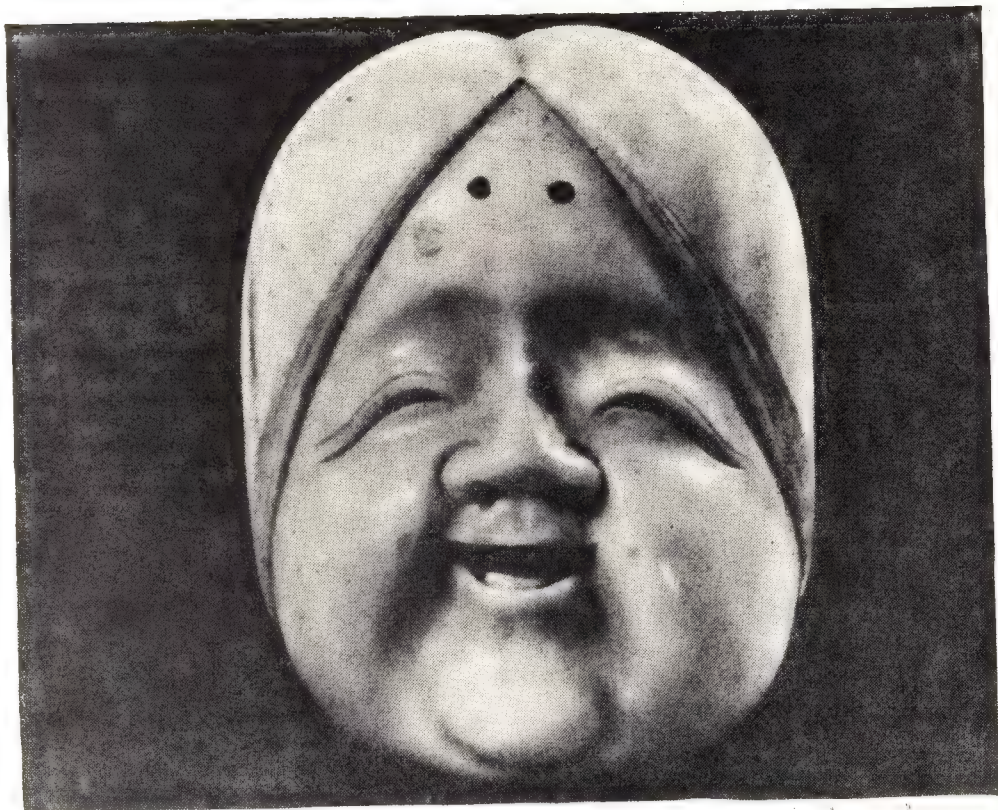
Зубья шестерен, передающих значительные моменты, испытывают на соприкасающихся поверхностях высокие давления и немалые сдвиговые деформации. Быть может, знания, которыми обладают исследователи из лаборатории Н. С. Ениколопова, помогут разработать новые типы смазки?

В смеси аминокислот, подвергаемых давлению и сдвигу, образуются пептиды — те самые вещества, которые в живой природе служат сырьем для синтеза белковых молекул. Может быть, этот факт чем-то дополнит представления биологов о происхождении жизни?

В этой статье были описаны лишь немногие иллюстративные опыты, дающие представление о необычных эффектах, которые возникают в условиях высоких давлений и сдвиговых деформаций. За этими экспериментами — широкая область глубоких исследований с уже сложившимися методами, крупными проблемами, заманчивыми целями. И по мере того, как развиваются эти исследования, все богаче становится правая часть формулы, начертанной учеными из Института химической физики АН СССР:

Давление + сдвиг = новая область химии.





## САМАЯ ВЕРНАЯ ПРОБА ДУШИ

Кандидат искусствоведения П. ЕРШОВ,  
аспирант Е. РУСАКОВА,  
профессор П. СИМОНОВ.

Чувство смешного и его внешние проявления, наиболее очевидный из которых — смех, могут служить очень важной характеристикой человеческой индивидуальности. Вот что по этому поводу пишет Ф. М. Достоевский в романе «Подросток»: «Смехом иной человек себя совсем выдает, и вы вдруг узнаете его подноготную. Даже бесспорно умный смех бывает иногда отвратителен... Веселость человека, это самая выдающаяся человека черта, с ногами и руками. Иной характер долго не раскусите, а рассмеется человек как-нибудь очень искренно, и весь характер его вдруг окажется как на ладони... Итак, если захотите рассмотреть человека и узнать его душу, то вникайте не в то, как он молчит, или как он говорит, или как он

плачет, или даже как он волнуется благороднейшими идеалами, а вы смотрите его лучше, когда он смеется. Хорошо смеется человек — значит хороший человек. Примечайте при том все оттенки: надо, например, чтобы смех человека ни в коем случае не показался вам глупым, как бы ни был он весел и простодушен... смех есть самая верная проба души».

Надо полагать, что Достоевский прав. При надлежащих внимании и зоркости в смехе любого человека можно увидеть множество красноречивых оттенков. Они обнаруживают его неповторимое своеобразие, ведь ни один не смеется точно так же, как кто бы то ни было другой. Для того, чтобы оценить диагностическую надежность реакции на смешное как «самую верную пробу души», необходимо прежде всего разобраться в природе той несомненно положительной эмоции, которая проявляется в смехе.

### «ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ЭМОЦИЙ» И СМЕХ

Эмоция не просто указывает, что полезно, а что вредно, что нужно, а что не нужно. Она еще и предвещает, прогностически информирует. Еще нет плохого, а эмоция уже подсказывает: будет плохо. Еще нет хорошего, а эмоция предсказывает его появление. Эмоции помогают живым существам организовать их поведение. В этом их назначение, в этом их функция.



Маска. Удзумэ, богини веселья. Япония (слоновая кость, высота 6,5 см).

Согласно «информационной теории эмоций», предложенной одним из нас в 1964 году (см. статью П. Симонова «Что такое эмоция?», «Наука и жизнь» №№ 3—5, 1965) и выраженной в предельно краткой формуле

$$Э = -P(I_1 - I_2),$$

эмоция есть отклик на изменение прогноза удовлетворения какой-либо потребности. Здесь Э — эмоция, П с минусом — потребность (как недостатка, нехватка, нужда в чем-то),  $I_1$  — имевшаяся информация (прогноз) о возможности удовлетворения этой потребности (прединформированность),  $I_2$  — вновь поступившая информация.

Если поступившая информация превышает имевшийся прогноз, то возникает положительная эмоция, если же она понижает вероятность достижения цели, эмоция становится отрицательной. Таким образом,  $I_1$  и  $I_2$  говорят о том, как обстоит дело с прогнозом удовлетворения потребности. Чем больше (сильнее) потребность и чем больше эта разность — возрастание или уменьшение вероятности ее удовлетворения, тем сильнее эмоция, положительная в одном случае и отрицательная в другом.

Какие же условия необходимы для того, чтобы положительная эмоция вылилась в смех (потому что далеко не всегда радость проявляется в смехе)? Смех есть проявление особого класса положительных эмоций. Он возникает только при определенном и обязательном стечении ряда обстоятельств. Эти обстоятельства таковы:

I.  $I_2$  не только превышает  $I_1$  (что необходимо для всякой положительной эмоции), но и обесценивает, ликвидирует значимость прогноза. Когда вдруг оказывается, что  $I_1$  — это вздор, лишь казавшийся значительным, может возникнуть смех. Ярчайший пример тому — структура анекдота. Все известные нам анекдоты, изобретенные человечеством на протяжении столетий, состоят минимум из двух частей. Первая часть формирует у слушателя некий ложный прогноз, а когда слушатель уверует в эту ложную версию, ему преподносят неожиданную концовку.

Психиатр И. М. Фейгенберг убедительно показал, что отсутствие реакции на смешное у некоторых больных объясняется не интеллектуальным дефектом (они прекрасно понимают, о чем шла речь, и точно пересказывают содержание анекдота), не «поломком» исполнительных механизмов смеха (больных можно рассмешить более примитивными способами), а нарушением вероятностного прогнозирования, утратой способности к формированию версии о дальнейшем ходе событий. Не случайно эти же больные превосходят здоровых лиц, когда надо определить одинаковый вес двух разных по объему предметов или

распознать необычное по содержанию (например, перевернутое вверх ногами) расфокусированное изображение. Ведь мы всегда забегая вперед, опираясь на свой прошлый опыт. Взяв в руки два предмета, мы инстинктивно мобилизуем больше мышечных усилий для удержания того, который больше по размерам. Если предметы имеют равный вес, то маленький покажется нам тяжелее. Рассматривая расфокусированный диапозитив, мы строим догадки о том, что на нем изображено, извлекая из памяти наиболее часто встречавшиеся похожие варианты. Если фотография необычна, мы, как правило, ошибаемся. Что касается больных, о которых идет речь, то они оценивают внешние предметы без иллюзий, непосредственно, не осложняя процесс восприятия вероятностным прогнозом.

II. Смех возникает на базе потребности не главной, а второстепенной, и, как правило, он не связан с главенствующей потребностью субъекта. Если вы чем-то сосредоточенно заняты или что-то вам дорого, то какой бы вы ни получили прирост информации относительно вашего предмета и как бы ни была развенчана ваша прединформированность, смеха не будет. Возможна самая яркая положительная эмоция — радость, восторг, восхищение, — но не смех. Скажем, у матери заболел ребенок и она боится за его жизнь. Пришел компетентный человек и доказал, как дважды два — четыре, что все ее опасения — чепуха, что она заблуждалась, что это — самое пустяковое заболевание. Будет радость, чувство облегчения, но вряд ли смех. Потому что здесь была задета главная, доминирующая потребность.

III. Второстепенная (субдоминантная) потребность, откликом на которую является смех, отвлекает от главного дела, от насущных забот. И вот в момент, когда что-то отвлекло от дела и человек находится в состоянии более или менее спокойного созерцания окружающего, вот тут-то и может возникнуть смех. В сущности смех есть всегда некоторое отвлечение от доминирующей потребности, отход от нее, взгляд со стороны, — момент созерцания всей сложившейся ситуации в целом. Смех свидетельствует о разнообразии и широте интересов (потребностей) человека, который не ограничивается стремлением лишь к одной основной цели.

IV. И, наконец, самое очевидное условие возникновения смеха — это его полная произвольность. Если разность между  $I_1$  и  $I_2$  есть плод мучительных размышлений, сопоставлений, то смеха не будет. Эта разность должна быть очевидна сразу, непосредственно. Подвести к смешному, подготовить к нему, облегчить его восприятие можно (что и делает любой рассказчик анекдота!), направляя прогнозирование событий по ложному пути. Но нет нужды ни доказывать, ни объяснять, ни обосновывать, почему смешное смешно. Зарождение смеха — явление неосознаваемое, интуитивное. Смех возникает, как взрыв.

## СМЕХ — ИНДИКАТОР ИДЕАЛЬНОЙ ПОТРЕБНОСТИ ПОЗНАНИЯ

Поскольку эмоция зависит от потребности и служит ее удовлетворению, она в каждом конкретном случае обнажает, обнаруживает и выражает потребность, от которой произошла. А потребности человека говорят о том, что он собою представляет. Марк Аврелий сказал: «Каждый стоит столько, сколько стоит то, о чем он хлопочет».

Потребностей множество. Из них три основные. Первая — биологическая потребность занимать место в физическом пространстве свойственна не только человеку, но и всему живому. Вторая — социальная потребность занимать место в обществе (а поскольку подобное желание предполагает достойное место, то эту потребность можно назвать потребностью в справедливости). И, наконец, третья — идеальная потребность в истине, потребность в познании, в частности — своего места во Вселенной.

Потребности бывают двух уровней: уровня нужды и уровня развития. Уровень нужды — это самосохранение, уравнивание со средой, борьба за существование, за удовлетворение потребностей в достигнутом ранее объеме, соответствующем общественно-исторической норме. Уровень развития — это рост, расширение потребностей, овладение новыми средствами и способами их удовлетворения, совершенствование и повышение норм.

Отрицательные эмоции обнажают преимущественно потребности нужды, положительные — потребности развития. Отрицательные эмоции — боль, страх, ярость и т. п. — уподобляют отдельного человека многим другим, а положительные эмоции — радость, восторг, мечты, надежды — индивидуализируют людей, указывают на своеобразие каждого, на то, чем он отличается от всех остальных.

Сказанное относится к любым человеческим потребностям: биологическим, социальным и идеальным (познавательным). Их удовлетворению служат знания, которыми человек располагает. Сверхсознание (интуиция) открывает принципиально новое; сознание усваивает это новое и пускает его в обиход; автоматизируясь, новые знания переходят в область подсознания. Биологические потребности могут и не осознаваться, а для идеальных потребностей сознания недостаточно, потому что оно обременено ранее накопленным опытом, отвергающим то, что противоречит «здравому смыслу».

По-видимому, существует разновидность смеха, близкого к деятельности подсознания. Это примитивный, «утробный» смех, порожденный самодовольным ощущением своего превосходства за счет хорошо автоматизированных навыков и прочно усвоенных норм, в сопоставлении с которыми все новое и непривычное кажется достойным осмеяния.

Гораздо важнее и значительнее смех как функция сверхсознания, прокладывающего

путь в будущее, преодолевающего отжившие и исчерпывающие себя нормы (подробнее об этом говорится в статье П. Симонова «Познание неосознаваемого», «Наука и жизнь» № 11, 1980). Именно такой смех связан с творчеством, с интуицией, с остроумием нетривиальных решений научных и художественных задач. Сверхсознание выступает как бы в двух основных ипостасях. Его позитивная функция состоит в порождении нового — гипотез, догадок, озарений. Его негативная функция — отрицание старого, пережившего себя, и утратившего реальный смысл. Именно в последнем случае деятельность, сверхсознания завершается смехом, и человек, «смеясь», расстается со своим прошлым».

Смех обнаруживает множественность потребностей человека. И поэтому смех почти всегда носит какой-то оттенок: иронический, ехидный, дружелюбный, саркастический,нисходительный, покровительственный... Сравнительно редко нам удается услышать, так сказать, «чистый», непосредственный смех. Именно он, в сущности, открывает ту потребность, которая лежит в основе чувства смешного — потребность познания. Именно она делает смех веселым, беззаботным.

«Чистый» смех есть торжество познающего над познаваемым, торжество приобретенного знания, преодоление собственной слепоты, косности и автоматизма. Смех есть момент «прозрения», но прозрение это своеобразно, ибо возникает без усилий, затрачиваемых на понимание. Другие потребности, дополняющие познавательную, делают смех более или менее злобным или добродушным, искренним или ироничным. Эгоистическая потребность «для себя» делает смех злорадным, альтруистическая потребность «для других» обернется доброй шуткой в адрес незадачливого приятеля, потребность в справедливости внесет в смех иронию, сарказм...

Все эти оттенки, придающие каждому случаю смеха свой характер, свидетельствуют о том, что на идеальную потребность, которая вызвала смех, оказывают влияние другие потребности. В зависимости от ситуации, от того, на какую информацию смех возник, можно определить, что именно присоединилось к потребности познания. Отсюда — неисчерпаемое богатство оттенков. Они-то и дают возможность по смеху судить о человеческой душе. Смех как бы веером раскрывает весь спектр наличных потребностей человека — его пристрастий и антипатий, с его осведомленностью — вооруженностью знаниями, с активностью его сверхсознания вплоть до автоматизмов его подсознания. Смех освобождает от сосредоточенности на заботах текущего момента, человек проявляется таким, каков он по сути своей.

«Глаза ее заблестели, как у ребенка, которому принесли подарок, и она вдруг рассмеялась гортанным звенящим смехом. Так смеются женщины от счастья. Они никогда не смеются так из вежливости или



над шуткой. Женщина смеется так всего несколько раз в жизни. Она смеется так только тогда, когда что-то затронет самые глубины ее души, и счастье, выплеснувшееся наружу, так же естественно, как дыхание, как первые нарциссы или горный ручей. Когда женщина так смеется, что-то происходит и с вами. И неважно, какое у нее лицо. Вы слышите этот смех и чувствуете, что постигли какую-то чистую и прекрасную истину. Чувствуете потому, что этот смех — откровение. Это — великая, не обращенная ни к кому искренность. Это — свежий цветок на побеге, отходящем от ствола всебытия, и имя женщины, ее адрес ни черта тут не значат... Ибо единственно, чего, в сущности, хочет мужчина, — это услышать такой вот смех» (Р. П. Уоррен. «Вся королевская рать»).

## СМЕХ И ПОТРЕБНОСТЬ В ЭКОНОМИИ СИЛ

Если бы поведение живого существа руководствовалось только эмоциями, то оно всегда гналось бы за наиболее легким, наиболее доступным, приносящим немедленное удовольствие. Но люди нередко отказываются от того, что сулит удовольствие, потому что существует другая сила, которая также руководит человеческими поступками. Эта сила — воля. И. П. Павлов обнаружил ее зародыш у животных в виде «рефлекса свободы» — реакции на преграду, на ограничение двигательной активности. У людей эта сила выступает как парадоксальная потребность в препятствиях на пути удовлетворения той или иной потребности. Ярчайший пример тому — любой спорт. Интересно ли выиграть у слабого противника? Неинтересно. Сильный противник требует употребления воли, а воля нуждается в препятствиях.

Все, что нам гибелью грозит,  
Для сердца смертного таит  
Неизъяснимы наслажденья —  
Бессмертья, может быть, залог!  
И счастлив тот, кто средь вольненья  
Их обретать и ведать мог.

У Пушкина в «Пире во время чумы» это изложено как стимул жизненного поведения. Благодаря воле люди стремятся не только к синице, сулящей положительные эмоции, но и к журавлю в небе, к далекому, труднодоступным целям. А эмоции — это внутренний механизм соблазнов, искушения. Человек находится между двумя разнонаправленными силами. Одна — воля — тянет его к препятствиям, к их преодолению, к трудностям и вдаль, другая — эмоции — к доступному, к наиболее легкому и ближайшему. А поскольку при сильной потребности малейшее приближение к отдаленной цели может дать большую положительную эмоцию, то она зависит не только от доступности, но и от увлеченности целью.

Воле противостоит одна из наиболее сильных биологических потребностей — потребность в экономии сил. Часто там,



Вспомните знаменитую улыбку Джоконды Леонардо да Винчи. О ней написано множество книг именно потому, что выразительность этой улыбки безмерна. Вот люди триста лет и разгадывают ее, тренируя свою проницательность и свою способность проникнуть во внутренний мир другого человека.

где дорожка огибает газоны, можно наблюдать, как люди «срезают» прямые углы. Что их заставляет? Экономия сил. Зачем лишние шаги, когда можно пройти по гипотенузе. Что такое лень? Выраженная потребность в экономии сил, потеснившая все остальные побуждения. Экономия сил, по существу, лежит в основе всей технической изобретательности человечества.

Но потребность в экономии сил присутствует всюду. В сфере идеальных потребностей она обнаруживает себя в смехе, юморе, остроумии. Смех возникает в момент, когда идеальная потребность познания хоть на мгновение захватывает господствующее положение и получает удовлетворение без специальных умственных усилий. Вероятно, это близко к тому, что З. Фрейд назвал «экономией психической энергии». Если одним из источников смеха можно считать потребность познания, то другой первопричиной смеха окажется потребность в экономии сил. Именно в юморе, в смехе, а наиболее ярко — в остроумии экономия сил соседствует с потребностью познания. Отсутствие у животных юмора, может быть, наиболее ясно говорит об отсутствии у них идеальных потребностей, далеко ушедших в процессе эволюции от ориентировочно-исследовательского инстинкта.

Смех — познание без усилий, затраченных на понимание причины смешного. Для



Наблюдательный датский художник Херлуф Бидstrup в серии картинок изобразил разные характеры читателей одной и той же книги: одного она повергает в размышления, другой над ней хохочет, третий уснул. Всмотритесь в то, как рождается смех. Сначала любопытный взгляд на титульный лист, затем — беглая, а потом уже внимательная улыбка. В этой улыбке, как и в завершающем взрыве хохота, можно увидеть самое разное именно потому, что в улыбке и в смехе заключено много оттенков.

остроумия характерно сочетание истинности и точности с неожиданной краткостью формулировок. Они остроумны не только потому, что верны и точны; то есть отвечают потребности познания, но и новы своей краткостью — то есть удовлетворяют потребность в экономии сил. А изящество движений, речи, мысли, красота вообще — разве в них не проявляется потребность в экономии сил? В свое время искусствовед В. М. Волькенштейн определил красоту как «целесообразное преодоление сложности». Так обнаруживается родство между смехом, с одной стороны, и красотой — с другой через промежуточные звенья юмора, остроумия, изящества и грации. Все они объединяются потребностью в экономии сил.

Если в процессе познания экономия сил начинает занимать чрезмерно большое место, если меткость выражений и остроумие формулировок приобретают самодовлеющую ценность, то мы встречаемся с легкомыслием, которое можно рассматривать как разновидность лени, как своеобразную лень мысли, неустойчивость интересов, отсутствие твердого характера. Таким бывает даже самое блестящее скольжение по поверхности явлений, сочетающееся с яркостью и разносторонностью способного

дилетанта. С другой стороны, полное пренебрежение к юмору, к остроумию, к красоте и изяществу, то есть к экономии сил, часто говорит об узости кругозора, об отсутствии широких перспектив и далеких целей, об упрямстве, подменяющем творческую волю, и даже — об узости интересов.

## ЮМОР — РАЗНОВИДНОСТЬ ВООРУЖЕНИЯ

Человек, не вооруженный знаниями, навыками, опытом, не в состоянии удовлетворить ни одну из своих потребностей. Прообраз вспомогательных «потребностей в вооружении» психолог А. И. Мазеряков обнаружил у новорожденного ребенка, который с первого дня начинает двигать ручками и ножками — тренировать координацию движений и активность мышц. Вооруженность средствами удовлетворения потребностей начинается со способности двигаться и стремления тренировать эту способность. По мере развития арсенал «орудий удовлетворения» непрерывно обогащается.

Так, игра вооружает ребенка сверхсознанием — тренирует, развивает его. Функция сверхсознания состоит в том, чтобы на основе уже приобретенного опыта заполнять пробелы между имеющимися сведениями. В сущности, этим и драгоценна игра, которая всегда есть творчество, цепь собственных открытий. Научить правилам игры можно. Научить выигрывать нельзя.

Игра почти всегда включает в себя соревнование сил. Причем побеждает не всегда тот, кто располагает большими силами, но чаще тот, кто более умело — то есть экономно — использует их. А юмор как раз и есть экономия сил в выражении мыслей, в оперировании знаниями, в мышлении. Поэтому юмор можно рассматривать как разновидность вооружения.

Эта особая вооруженность как дополнительная сила ясно обнаруживается в самых разнообразных спорах. Человек, вооруженный юмором и остроумием, сильнее того, кто не вооружен этими средствами. Поэтому остроумие — это всегда точность, краткость, простота и ориентация на сверхсознание — на чувство юмора адресата.

Потребность в вооружении, тренировка творческих потенций объединяют юмор и смех с игрой. Если игра тренирует сверхсознание преимущественно в сфере практической деятельности, то юмор тренирует сверхсознание в деятельности познавательной. «Науку делают люди веселые», — говорил академик П. А. Ребиндер. — «Нытики и пессимисты, как правило, неудачники, ибо они неспособны к творчеству».

Являясь проявлением положительной эмоции, смех улучшает самочувствие человека, он испытывает как бы прилив сил. Человек иначе ощущает свое тело, все делается легче — голова, корпус, даже брови и губы. Человека, пребывающего в депрессии, в упадке, в унынии, вы всегда отличите от находящегося в радостном из-



строении по «весу тела». Художник Н. К. Рерих заметил: «указывают, что мысль может изменить вес: человек, озаренный глубокой мыслью, теряет в весе». Это изменение «веса тела» входит и в актерскую технику. (Подробнее см. П. М. Ершов, «Технология актерского искусства», изд. ВТО, М., 1959.)

## ОТ УЛЫБКИ ДО СМЕХА

Улыбка — зародыш смеха. Если смеются люди не часто, то улыбаются постоянно. Если смех возникает неожиданно, произвольно и всегда только как некоторый прорыв интуиции в сферу сознания, то улыбка обычно сопровождает сознательную деятельность человека и связана с процессом созерцания. Однако не всегда. Скажем, вы идете одержимые стремлением скорее завершить срочное дело. Что бы вы ни встретили, улыбки не будет. А вот когда вы идете не спеша, спокойно поглядывая вокруг, многое может вызвать улыбку. Иначе говоря, как только есть бескорыстное, любознательное созерцание, возникнет повод для улыбки.

Бывает так, что при этом сталкиваются положительная и отрицательная эмоции, тогда улыбка превращается в усмешку. Скажем, вас очень приглашали прийти в дом. Вы были рады и даже несколько горды приглашением. Вы пришли — а вас никто не встречает и не замечает. Так тянется некоторое время. Потом вдруг: «Аа!» — радостное, что вы пришли. Что будет у вас на устах? Наверное, усмешка: с одной стороны, оценка того, что все-таки, глядишь, заметили и приветствуют, а с другой, — но почему же с таким опозданием? «Когда что-то угадываешь, — пишет Достоевский в том же «Подростке», — то всегда усмехнешься...»

Улыбка не столь красноречива, как смех, но оттенков в улыбке не меньше. Спокойная «чистая» улыбка и «чистый» веселый смех свидетельствуют о том, что в процессе созерцания произошел прирост информации об удовлетворении потребности познания, в другое время занимающей совершенно незначительное место в структуре потребностей субъекта. Вот почему смех часто зависит от расположения духа человека в данный момент, то есть от расположения в структуре его потребностей специфической идеальной потребности. Так, игра слепого музыканта у Моцарта вызвала веселый, безмятежный смех, в то время как у Сальери — возмущение и гнев. Смех озаряет Моцарта, потому что он чаще находится в состоянии бескорыстного, непосредственного созерцания. Сальери это несвойственно. Он озабочен охраной общепризнанной нормы в искусстве. Непостижимый для Сальери беззаботный смех Моцарта посягает на эту норму, задевает главенствующую потребность Сальери — и вызывает негодование, гнев. Если задета доминирующая потребность, то тут уж не до смеха.

...Кто знает, может, потому и Чехов со

своими комедиями среди современников, да и среди нас, как Моцарт среди сальери? Почему пьесы, названные им комедиями, так часто исполняются как драмы?

Не только трудно — практически невозможно — объяснить (следовательно, полностью осознать), что именно и почему оказалось для нас смешным. Смех возникает произвольно, и от него трудно бывает удержаться. Можно описать ситуацию, в которой он возник, можно попытаться воспроизвести некоторые из его моторных компонентов, но нельзя по своему желанию испытать ту эмоцию, приступ того внутреннего состояния, которое заставляет нас неудержимо рассмеяться.

«Чрезвычайное множество людей не умеют совсем смеяться. Впрочем, тут уметь нечего: это — дар и его не выделаешь. Выделаешь разве лишь тем, что перевоспитаешь себя, разовьешь себя к лучшему и поборешь дурные инстинкты своего характера: тогда и смех такого человека, весьма вероятно, мог бы перемениться к лучшему. ...Взгляните на ребенка: одни дети умеют смеяться в совершенстве хорошо — оттого они и обольстительны. Смеющийся и веселящийся ребенок, это — луч из рая, это — откровение из будущего, когда человек станет, наконец, так же чист и простодушен, как дитя». (Ф. М. Достоевский. «Подросток».)

\* \* \*

Для уяснения природы смеха нам пришлось коснуться проблемы человеческих потребностей. В частности, затронуть потребности самые значительные, общечеловеческие, исходные. Практически они выступают в бесконечном разнообразии и безграничном множестве самых причудливых трансформаций — в различных интересах, побуждениях, желаниях и целях каждого человека, во всем, что составляет реальное поведение, будь то приспособление себя к среде (потребности нужды) или среды к себе (потребности развития).

Итак, смех может дать нам массу важнейших сведений об индивидуальных чертах данного человека. Не только о структуре его потребностей, но и о соотношении сознания, подсознания и сверхсознания в обслуживании этих потребностей («глупый» или «умный» смех в описании Достоевского). О мере пристрастия человека к соблюдению социальных норм и заботе о своем престиже («искренность» или «неискренность»). О преимущественном преобладании потребностей «для себя» или «для других» («злостность» или «беззлостность»). О степени ориентации человека на удовлетворение идеально-познавательных потребностей, свободных от материального или карьеристического расчета («веселость»).

Анализ юмора с позиций информационной теории эмоций — дело будущего. Пока же ограничимся этими предварительными замечаниями о смехе как «самой верной пробе души».

# СДЕЛАНО

# ОТКРЫТИЕ

## НАЗВАНИЕ ОТКРЫТИЯ

Явление генерации электромагнитных волн ионосферными токами под воздействием на ионосферу модулированного коротковолнового радиоизлучения (эффект Гетманцева).

## ФОРМУЛА ОТКРЫТИЯ

Установлено неизвестное ранее явление генерации электромагнитных волн ионосферными токами под воздействием на ионосферу модулированного коротковолнового радиоизлучения, обусловленное изменением этих токов во времени с частотой модуляции коротковолнового радиоизлучения.

## АВТОРЫ ОТКРЫТИЯ

Г. Г. Гетманцев, доктор физико-математических наук, Д. С. Котик, Н. А. Митяков, кандидат физико-математических наук, В. О. Рапопорт, кандидат физико-математических наук, В. Ю. Трахтенгерц, доктор физико-математических наук, И. Н. Капустин, кандидат технических наук, В. С. Смирнов, кандидат физико-математических наук, Р. А. Перцовский, кандидат технических наук, А. Н. Васильев и О. М. Распопов, доктор физико-математических наук.

Открытие сделано в Горьковском научно-исследовательском радиофизическом институте и в Полярном геофизическом институте Кольского филиала АН СССР. Приоритет открытия 3 июня 1974 года, зарегистрировано 28 февраля 1981 года. Диплом № 231.

## ИОНОСФЕРА — ДЕТЕКТОР И ИЗЛУЧАТЕЛЬ

Атмосфера Земли неоднородна — какую бы ее характеристику мы ни выбрали, за какими бы показателями ни следили — за температурой, концентрацией заряженных

частиц, химическим составом, — все они, как правило, меняются с высотой и меняются неравномерно, образуя слои различной толщины. Поверхность самой Земли — сфера, и ее воздушную оболочку, так же как и различные ее слои, называют «сферами» с добавлением их характеристик. Так появились названия атмосфера, тропосфера, термосфера, ионосфера и другие.

Ионосфера — часть верхней атмосферы, расположенная на высотах от 60 до 1000 км над земной поверхностью. Здесь газ частично ионизирован, в той или иной мере превращен в плазму — кроме нейтральных молекул, в газе наблюдается значительная концентрация свободных (то есть способных перемещаться) электронов, положительных и отрицательных ионов. Количество свободных зарядов в ионосфере достаточно, чтобы этот слой оказывал заметное влияние на условия распространения радиоволн (см. рис. 1, 2, 3 на стр. 1 цветной вкладки).

Интересно, что предположения о проводящем слое в атмосфере впервые высказал Гаусс еще в 1839 году для того, чтобы объяснить малые суточные изменения магнитного поля Земли. Само название «ионосфера» было предложено в 1926 году, оно быстро вытеснило старое название — слой Хэвисайда.

Как образуется ионосфера, этот электропроводящий слой в земной атмосфере, которую в целом можно считать хорошим изолятором?

Ионосферу создает Солнце: энергичные кванты солнечного излучения «разбивают» нейтральные молекулы газа на электроны и ионы. Если учитывать суммарный эффект ионизации, общее количество свободных ионов, то главным источником ионизации нужно признать ультрафиолетовые лучи. В меньшей степени формирует ионосферу рентгеновское излучение, еще меньше — поток частиц.

Различные компоненты воздуха — кислород, водород, азот, пары воды и другие — имеют максимумы поглощения в разных участках спектра; кроме того, нейтральные молекулы разного сорта отличаются друг от друга потенциалом ионизации — энергией, необходимой, чтобы ионизовать эту молекулу. Например, чтобы превратить нейтральную молекулу кислорода в положительный ион, нужно затратить меньшую энергию, чем для ионизации азота или водорода.

Чем дальше от Земли, тем разреженный воздух, тем меньше молекул газа встречаются ультрафиолетовые лучи. В то же время «куски» ионизированной молекулы, например, электрон и положительный ион, имеют меньше шансов встретиться и вновь образовать нейтральную молекулу, рекомбинировать. На высотах 60—1000 км создаются условия, самые благоприятные для ионизации, именно здесь, в ионосфере, концентрация заряженных частиц максимальна.

Детально изучив, как в ионосфере с высотой меняется концентрация электронов, удалось обнаружить, что на фоне главного максимума ионизации существуют не-



сколько других, менее выраженных, и с учетом этого условилсь делить ионосферу на слои. Ее нижняя часть — слой D, он расположен на высотах 60—80 км над Землей, заряженные частицы здесь появляются только в дневное время. На высоте 80—100 км расположен слой E, и, наконец, над ним находится самый богатый заряженными частицами слой F. Здесь, в слое F, концентрация электронов в сотни раз больше, чем в нижней ионосфере, электропроводность слоя F примерно в миллион миллионов раз (в  $10^{12}$  раз) больше, чем электропроводность воздуха у поверхности Земли.

Изучая свойства ионосферы, ученые стремятся получить сведения о распределении электронной плотности с высотой — profile концентрации электронов. Оказалось, что именно эта характеристика в основном определяет условия распространения радиоволн, в частности средневолнового и коротковолнового диапазонов.

Дальние линии коротковолновой радиосвязи (такие, например, как линии связи с зимовщиками Арктики и Антарктиды, с кораблями, плавающими в далеких морях) работают отраженным лучом: радиолуч проходит тысячи километров, отразившись от ионосферы, как от зеркала. И поэтому надежность коротковолновой связи в огромной степени зависит от процессов в ионосфере. Контактные методы изучения ионосферы, в частности запуск ракет и спутников, предусматривают доставку приборов непосредственно в исследуемую область, и использовать каждый такой прибор можно только один раз. Зондирование с помощью радиоволн — его относят к неконтактным методам — позволяет вести наблюдения с Земли непрерывно. Зондирование ионосферы радиоволнами было начато в 20-е годы, а со временем появилась сеть из многих десятков ионосферных обсерваторий. Важнейшая задача службы ионосферы — прогнозировать условия радиосвязи (в том числе со спутниками и космическими кораблями), подобно тому, как служба погоды дает прогнозы для самолетов и кораблей.

Реальная картина событий в ионосфере чрезвычайно сложна. Кроме процесса фотоионизации, происходят обратные процессы — воссоединения, рекомбинации, когда, сталкиваясь с положительным ионом, электрон образует с ним нейтральную молекулу. Часто, сталкиваясь с нейтральной молекулой, электрон «налипает» на нее, и образуются отрицательный ион.

Практически во всем диапазоне радиочастот свойства ионосферы как проводящего слоя зависят только от электронов — от их концентрации, энергии, подвижности и т. д. Влиянием ионов можно пренебречь, так как ионы из-за своей массивности не успевают «следить» за переменным электромагнитным полем радиоволны.

Так как все, что происходит в ионосфере, зависит от солнечной деятельности, то появляется сильная зависимость свойств ионосферы от времени года, от времени суток и в соответствии с одиннадцатилетними циклами солнечной активности. Кроме

того, свойства ионосферы зависят и «от места», в частности от географической широты той или иной ее области.

В ионосфере непрерывно происходят движения самой различной природы: перенос зарядов, связанный с диффузией, с изменением магнитного поля Земли, с изменением энергии нейтральных молекул, ионов и электронов; в ионосфере «гуляют» ветры и возможны различного рода турбулентности; наконец, здесь текут огромные токи, иногда величина их составляет тысячи килоампер (рис. 4).

Природа токов в ионосфере на средних широтах и в районах, близких к полюсу, — разная. В средних широтах направленное движение электронов связано в основном с приливными процессами в земной атмосфере, а в высоких широтах — с процессами, обусловленными структурой магнитного поля Земли. Ионосферные токи очень сильно зависят от активности Солнца, токовые всплески относятся к тому же классу явлений, что и магнитные бури или северные сияния, — все это проявление солнечно-земных связей, результат взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли.

Нужно заметить, что по сравнению с «лабораторной» плазмой степень ионизации плазмы в ионосфере, как правило, в основном невелика: заряженные частицы составляют лишь доли процента всех молекул. Правда, с удалением от Земли ионизация увеличивается, и в наиболее удаленных от Земли областях магнитосферы плазма ионизирована полностью.

Одна из особенностей плазмы, в том числе и ионосферной, состоит в том, что в ней даже при сравнительно небольших электромагнитных полях ярко проявляются нелинейные эффекты. К ним как раз и относятся эффект Гетманцева и ряд других явлений, которые с первого взгляда могут показаться загадочными.

В конце 30-х годов радиофизики столкнулись с очередной «загадкой природы», с эффектом, который позже назвали Люксембург-Горьковским. Принимая сигнал своей местной радиостанции, в Люксембурге обнаружили, что он промодулирован «чужой» радиостанцией, как выяснилось, находившейся в Горьком. То есть, настроившись на свою станцию, люксембуржцы слышали не только ее, но еще и горьковскую передачу — далекие радиостанции оказались связанными, и роль связующего звена играла ионосфера (рис. 5).

Теория этого эффекта была разработана позже. Оказалось, что одна мощная радиостанция, например, горьковская, «подогревает» ионосферу — часть энергии радиоволн передается электронам. При этом меняется характер их движения: они чаще соударяются с ионами и нейтральными молекулами, а значит, чаще могут происходить акты рекомбинации. В результате концентрация электронов уменьшается, и уменьшается это происходит периодически, в такт с частотой модуляции. Если вторая радиоволна (в данном случае люксембургская) проходит через это же место ионосферы, то условия ее прохождения тоже периодически

ски меняются: теперь они зависят от возмущений, которые внесла в ионосферу первая станция, и сигнал одной станции оказывается промодулированным сигналом другой.

Модуляция (звук, точнее, его электрическая копия — ток звуковой частоты — управляет высокочастотным сигналом, модулирует его), так же как и детектирование (демодуляция — преобразование высокочастотного модулированного сигнала для выделения низкочастотного тока) или выпрямление переменного тока — процессы нелинейные. Они возможны в системе, параметры которой зависят от уровня сигнала (электронная лампа, транзистор; параметры линейного элемента, например, проволочного реостата, всегда одинаковы, и в нем модуляция, детектирование, выпрямление и другие нелинейные процессы невозможны).

Ионосфера — область с нелинейными характеристиками, ее можно сравнить с зеркалом, отражательные свойства которого меняются в зависимости от яркости падающего света. Что же касается реальных физических процессов, с которыми связаны нелинейные свойства ионосферы, то они сложны и разнообразны. Особый класс таких процессов был открыт и исследован группой горьковских радиофизиков во главе с Г. Г. Гетманцевым.

В конце 1973 года ученые обнаружили, что при определенных условиях ионосфера как бы детектирует модулированный сигнал, извлекает из него и посылает к Земле низкочастотные сигналы. Наземная антенна посылала вверх узконаправленное мощное (100 кВт) радионизлучение высокой частоты — 6000 кГц, которое было промодулировано синусоидальным сигналом, меняющимся медленно, с частотой 1—6 кГц. Если бы ионосфера была линейной средой, то из нее выходило бы только то, что в нее вошло — только высокочастотный сигнал. Экспериментаторы же обнаружили низкочастотный сигнал, который в ионосферу не посылался. Это могло произойти лишь в том случае, если ионосфера детектировала модулированный сигнал, особым образом искажала его, после чего появлялась низкочастотная составляющая, так сказать, в чистом виде. Такой же процесс происходит в каждом радиоприемнике, где нелинейный элемент — детектор, — искажая радиосигнал, позволяет извлечь низкочастотный ток, тот, что в итоге рождает звук (рис. 6—9).

Принятый из ионосферы продукт детектирования — низкочастотный сигнал — оказался в сотни раз более интенсивным, чем следовало из расчетов известных нелинейных эффектов в ионосферной плазме. После повторных экспериментов и анализа различных гипотез горьковские радиофизики предложили токовый механизм возникновения низкочастотного излучения.

В ионосфере текут стационарные токи, мощная высокочастотная волна «подогревает» электроны, а значит, меняет сопротивление проводящего слоя ионосферной плазмы. Такое изменение электрического

сопротивления происходит с частотой модуляции, с той низкой частотой (1—6 кГц), которая управляет излучением передатчика. В этом случае у ионосферного тока появляется переменная низкочастотная составляющая, а, как известно, переменный ток излучает электромагнитные волны. Иными словами «разогретая» область ионосферы начинает работать как низкочастотный радиопередатчик, то есть, кроме детектирования, кроме рождения низкочастотного сигнала, происходит еще и его излучение — эффект, принципиально новый, до того неизвестный.

Обнаруженное явление получило название «Эффект Гетманцева».

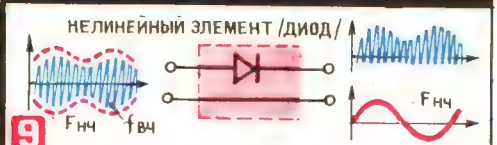
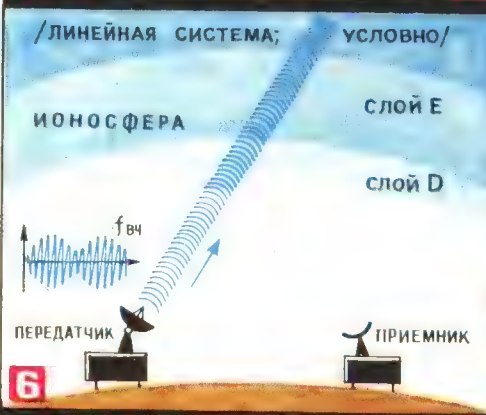
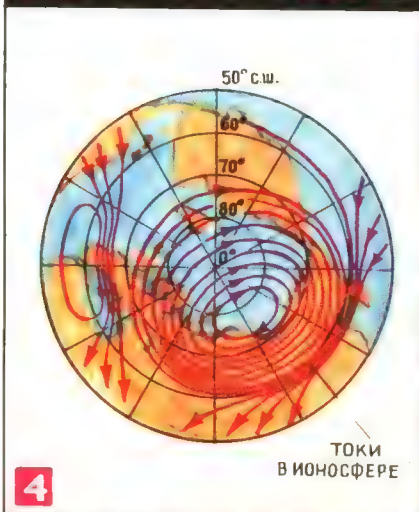
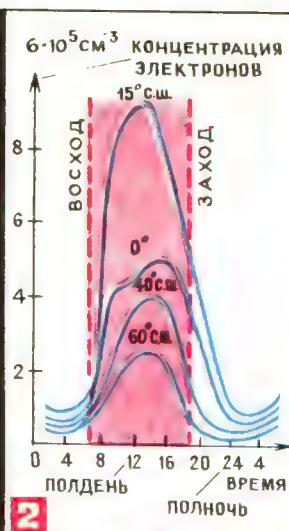
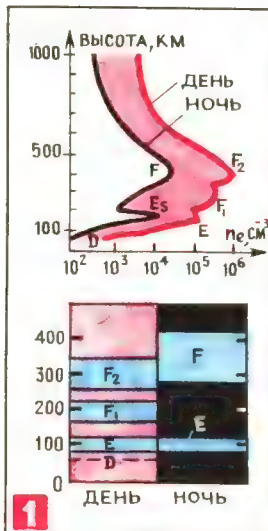
Правильность токового механизма низкочастотных излучений должны были доказать эксперименты в областях, близких к полюсу. Ионосферные токи здесь по величине намного (примерно в 1000 раз) превосходят токи в области средних широт, значит, и интенсивность генерации низкочастотных волн ионосферой у полюса должна быть тоже намного выше.

В 1976 году сотрудники Полярного геофизического института Кольского филиала АН СССР доказали ионосферно-токовую природу эффекта Гетманцева. Низкочастотное излучение в северных областях, вызванное мощным модулированным высокочастотным облучением ионосферы, было гораздо интенсивнее, чем в средних широтах. Показано, что так же как и сами ионосферные токи, низкочастотное излучение сильно зависит от параметров магнитного поля Земли, от взаимодействующих с магнитосферой потоков солнечного ветра.

Многочисленные, тщательно проведенные эксперименты позволили исследователям из Горького с большой точностью указать высоту, на которой рождается низкочастотное излучение в ионосфере. Известно, что ионосферные токи текут на высотах 70—110 км над землей, значит, «генератор» должен располагаться именно в этой области. Метод Гетманцева позволил локализовать место генерации с точностью до 1 километра для данной точки земной поверхности, для данного времени суток.

Эффект Гетманцева позволил исследователям ионосферы непосредственно определять параметры ионосферной плазмы в малоизученной и труднодоступной области на границе D и E слоев. Очевидно, в дальнейшем это явление позволит решать многие комплексные проблемы исследования ближнего космоса, исследования солнечно-земных связей, их влияния на магнитосферу и ионосферу Земли. Кроме того открытое явление сулит принципиально новый источник излучения радиоволн. Известно, что антенна должна быть соизмерима с длиной волны передатчика, и на низких частотах может понадобиться антенна длиной в десятки километров. Построить такую гигантскую антенну не просто. Облучение ионосферы модулированными высокочастотными сигналами превращает в низкочастотную антенну большую — десятки и сотни километров — область ионосферы.







- ▲ 1 сейсмооповестители селя,
- ◆ 2 селезащитные плотины,
- н— 3 сквозные селеуловители,
- || 4 водосбросные транты.

Часть сооружений находится в стадии строительства и проектирования.



СХЕМА ПРОТИВОСЕЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ



## СХЕМА ЗАЩИТЫ АЛМА-АТЫ ОТ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ

(см. статью на стр. 8)

- 1 — действующая селезащитная плотина в урочище Медео,
- 2 — строящаяся селезащитная

плотина в урочище Мынжи, 3 — отстойник, 4 — действующая селезащитная плотина Большой Алматинке, 5 — конструируемая селезащитная



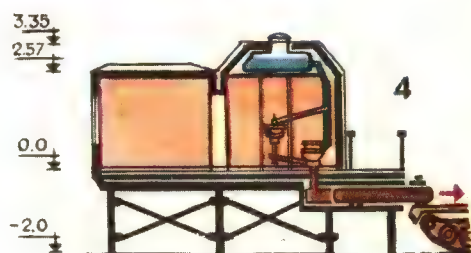
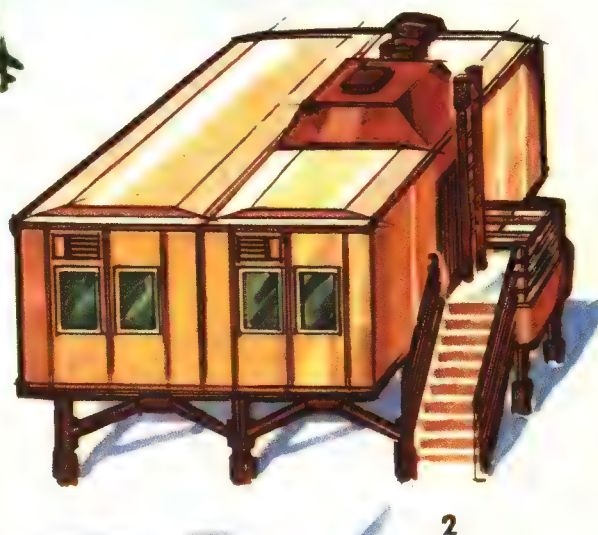
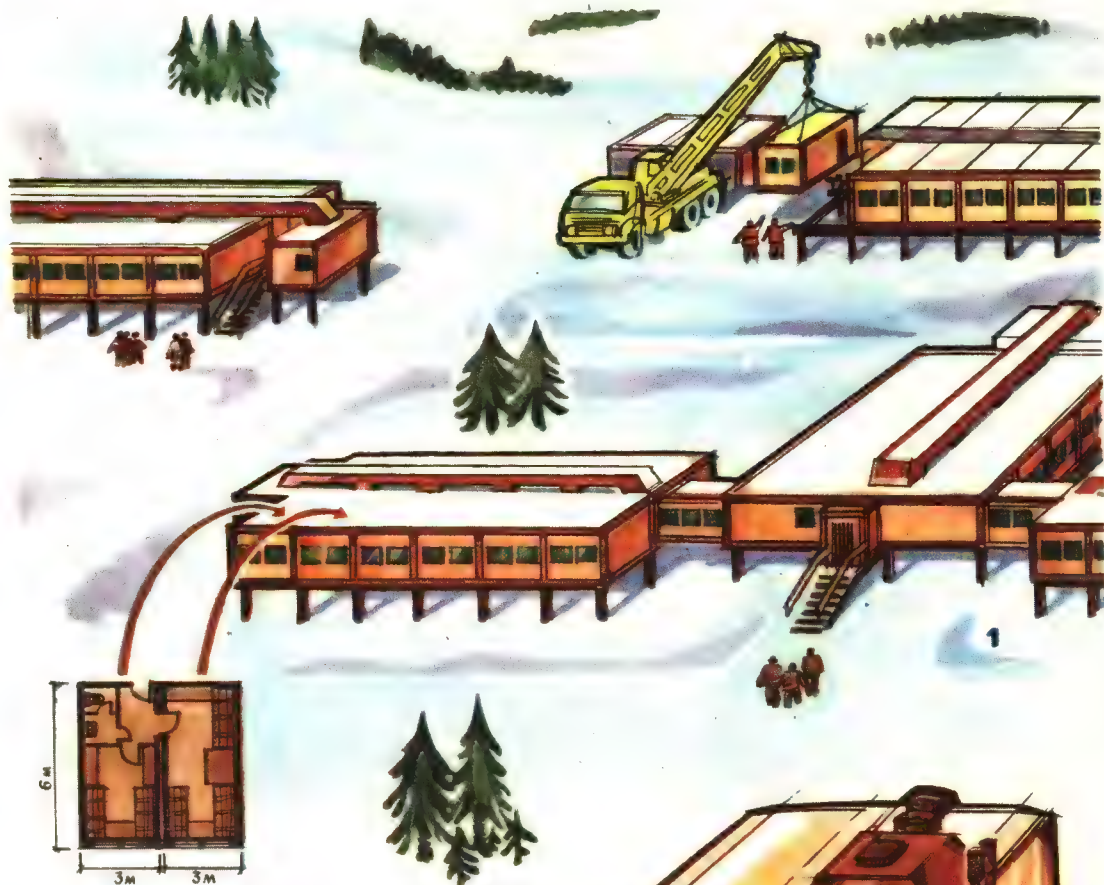


Алматы у Большого Алматинского озера, 6 — отстойник, 7 — существующая, строящаяся и проектируемая стабилизация берегов и русел водотоков, 8 —

районные гидростанции, 9 — дома отдыха, научные базы, пионерские лагеря, туристические базы, лесхозы, 10 — сквозные селеуловители, 11 — Алма-

Ата, 12 — река Малая Алматинка с рукавом Весновка, 13 — река Большая Алматинка. Стрелками показаны очаги селеобразования.



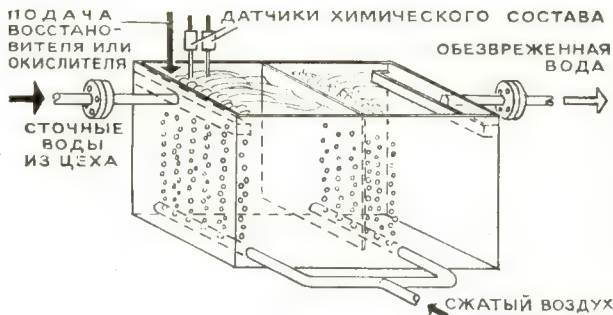




но количеству поступающих; реагенты вводятся также непрерывно.

Надежный периодический способ теряет свои достоинства из-за обилия запорно-коммутационной аппаратуры; работая в агрессивной или осадкообразующей среде, она часто выходит из строя. Много времени теряется на заполнение и опорожнение реактора. Поэтому способ отличается низкой производительностью. При непрерывном поступлении стоков становятся необходимыми сборники-накопители и усреднители расхода в сочетании с двумя реакторами, работающими поочередно.

Высокая производительность непрерывного обезвреживания затрудняет управление процессами, так как в условиях переменного расхода и изменчивой концентрации стоков не удается оперативно корректировать ввод реагентов. Здесь также необходимы усреднители расхода и концентрации и требует значительных производственных площадей.



В Ленинградском специализированном управлении «Промсвязьэнерго-наладка» решили объединить достоинства периодической и непрерывной обработки стоков, устранив по возможности присущие им недостатки.

За основу был принят непрерывный способ. Периодичность же обеспечивается тем, что в реакторе чередуют ламинарный и турбулентный режимы протекания обрабатываемой воды, которая поступает непрерывно или периодически в соответствии с режимом производства.

В начале каждого цикла загрязненная вода втекает в левую камеру реактора (см.

рисунок) и вытесняет находящуюся там обезвреженную воду в правую камеру. Тем самым имеющаяся в правой камере обезвреженная вода вытесняется из реактора и направляется на дальнейшую обработку. По показаниям приборов в левую камеру подаются обезвреживающие реагенты и в обе камеры — сжатый воздух, пузырьки которого, вырываясь из труб, интенсивно перемешивают жидкость. Часть реагентов, намеренно вносимых в избытке, попадает в правую камеру и окончательно обезвреживает находящуюся там воду. Подача воздуха и реагентов прекращается. Далее все повторяется вновь.

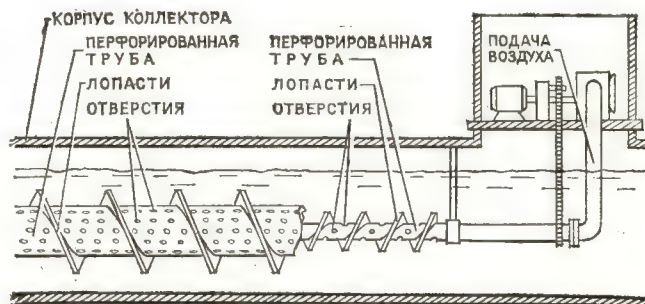
## КОЛЛЕКТОР СТАЛ ОЧИСТНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Очистка сточных вод требует немалых средств. Стоимость канализационных сооружений для биологической очистки стоков в некоторых отраслях промышленности — например, в бумажной или нефтехимической — составляет до 15 процентов от стоимости основных фондов предприятий. Становится понятной острая потребность в принципиально новых устройствах для очистки сточных вод.

В проектом институте «Укркоммунниипроект» (г. Харьков) разработан способ очистки сточной жидкости во время ее движения по самотечным коллекторам канализационной сети городов и промышленных предприятий. Способ отличается высокой интенсивностью очистных процессов.

Вдоль оси коллектора устанавливается вращающаяся перфорированная труба со шнеком, на лопастях которого находятся микроорганизмы. Эта труба охватывается трубой большего диаметра, также вращающейся и также снабженной шнеком с микроорганизмами на лопастях. По внутренней трубе подается воздух.

Вырываясь сквозь отверстия, он перемешивает жидкость, делает поток турбулентным. Вращаясь, обе трубы перемешивают его также своими лопастями. Витки шнеков внутренней и внешней труб имеют противоположное направление. Благодаря этому жидкость гонится ими в разные стороны и многократно циркулирует по устройству, а это обеспечивает высокую степень очистки.



# МЕЛЬЧАЙШИЕ ЖИВЫЕ СУЩЕСТВА — ОБЛОМКИ ГЕНОВ?

Уже три десятилетия известно, что в центре живой клетки находится необыкновенно длинная молекулярная нить, называемая дезоксирибонуклеиновой кислотой. У человека ДНК имеет длину почти два метра. Вместе с тем свернутая в спираль, она умещается в ядре диаметром в сотую долю миллиметра. ДНК командует всеми событиями внутри клетки, содержит все указания для синтеза необходимых белков и управления жизненными процессами. Каждое такое указание зашифровано на отдельных участках ДНК — генах.

Когда клетке нужна определенная часть наследственной информации, чтобы синтезировать тот или иной вид белка, она может снять ее с соответствующего участка ДНК: информация переходит на образующуюся около данного участка его копию — так называемую информационную рибонуклеиновую кислоту — и-РНК. Она отличается от участка ДНК тем, что представляет собой не двойную, а одинарную цепь.

И-РНК выходит из ядра в пространство клетки и приближается к одной из ее «фабрик» белка — рибосоме. И уже здесь полученный «чертеж» (и-РНК) используется для постройки белковой молекулы.

Когда этот процесс был изучен более детально, обнаружилось неожиданное: образованная в ядре и-РНК много длиннее, чем «чертеж», полученный рибосомой. А происходит это потому, что излишки и-РНК содержат несущественную информацию, и она каким-то образом удаляется из и-РНК во время ее путешествия к рибосоме. С тех пор ученые установили, что генетическая информация запечатлена в ДНК не сплошными отрезками (до 1977 года считалось, что гены являются замкнутыми носителями информации), а прерывается участками, как будто не имеющими смысла. Они получили название интронов, тогда как участки с необходимой информацией называли эксонами. Эксоны после удаления интронов срастаются и образуют носитель информации, управляющий действиями рибосомы.

А что же происходит с обрезками — интронами? Считалось, что короткие, ничем не защищенные отрезки и-РНК здесь же в кле-

тке с помощью ферментов «демонтируются» на простейшие молекулярные «кирпичики».

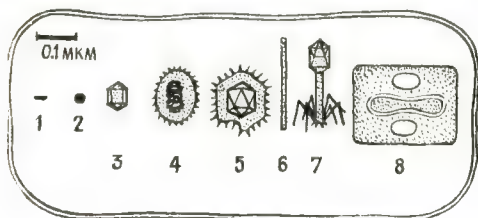
Однако единодушие относительно этих представлений не было. Вставали вопросы. Что будет, если интрон каким-то способом сможет стабилизироваться и тем избежит «демонтажа»? Может ли для чего-нибудь понадобиться записанная на нем информация, которую мы пока считаем ненужной? Не будет ли похож такой обломок на песок, подброшенный в безукоризненный биохимический механизм клетки?

Ответ на эти вопросы был найден исследователями, занятыми изучением болезней растений. В нескольких случаях, когда ученые предполагали, что имеют дело с вирусными заболеваниями, они, к своему удивлению, натолкнулись на возбудителя, который не был ни бактерией, ни вирусом, а был образованием третьего типа — во много раз более мелким, чем вирусы, и полностью лишенным белковой оболочки, характерной для вирусов. Поскольку такие возбудители болезни действуют сходно с вирусами, их назвали вириоидами. Вирииды атакуют растения в тропической и субтропической климатической зоне. Связанные с ними заболевания встречаются и у оранжевых растений. От них страдают томаты, картофель, кокосовые пальмы, цитрусовые.

Ученые установили, что вириод предстает собой не что иное, как короткий, замкнутый сам на себя кусок РНК. Например, вириод, поражающий картофель, состоит всего из 359 нуклеотидов. Поначалу трудно было понять, как такой обнаженный кусок РНК способен существовать, как он размножается и переносит болезнь с одного растения на другое. Не было ответа и на вопрос, откуда появились эти биохимические карлики. Но вскоре возникло предположение, основанное на некоторых признаках: не является ли вириод сочетанием интронов, оказавшихся стабильными и начавших самостоятельную жизнь?

Чтобы стать стабильным, интрон должен свернуться в кольцо, тогда ферменты, «демонтирующие» в клетке обломки ДНК и РНК, не смогут превратить его в разрозненные нуклеотиды. Однако, чтобы стать вириодом, замкнутому в кольцо интрону нужно было бы претерпеть еще одну эволюцию: кольцо должно свернуться в двойную спираль. Но детальное изучение структуры вириода показало, что он не похож на скрученную спираль. Скорее вириод выглядит как сочетание коротких отрезков РНК, соединенных в одну цепочку и не имеющих соответствующих противолежащих партнеров, составляющих вторую цепочку.

Пока ясно одно: таинственные возбудители болезней состоят исключительно из одного крохотного куса генетической ин-



↑  
E. coli (кишечная палочка)

На рисунке — бактериальная клетка кишечной палочки; внутри клетки размещены вириод и некоторые вирусы, размеры которых относительно друг друга соблюдены: 1 — вириод, 2 — MS2 вирус, 3 — аденовирус, 4 — вирус гриппа, 5 — вирус герпеса, 6 — вирус табачной мозаики, 7 — бактериофаг, 8 — вирус осповакцины.



формации. Все известные вириоды одинаково малы — они состоят примерно из 360 нуклеотидов. Этого достаточно им для того, чтобы жить, тогда как вирусы состоят из 3000 и даже 300 000 генетических «кирпичей».

Со своими 360 нуклеотидами вириод способен содержать в себе информацию, обеспечивающую построение маленькой белковой молекулы. Однако откуда берет он аминокислоты и ферменты, необходимые для этого синтеза?

Вириоды делают это просто. Так же, как и иные паразиты, они используют субстанции растения-хозяина, в котором они поселились, вмешиваясь в процесс управления клетками хозяина, в обмен веществ. Так удается им продолжать жизнь с минимальными затратами за счет жизни оккупированной ими клетки. Возникает цепная реакция разрушения клеток, и организм погибает.

## КОММЕНТАРИИ

Заметка эта появилась на свет в зарубежной печати, видимо, благодаря работам американского вирусолога Т. Дайнера. Он обнаружил удивительный факт тождественности (гомологии) одного участка вириода, вызывающего болезнь клубней картофеля, нечитаемому, то есть не содержащему информации, участку гена.

Напомним, что в основе рибонуклеиновой кислоты — РНК — лежат всего четыре составные части: аденин, гуанин, цитозин и урацил (нуклеотидные звенья, обозначаемые как А, Г, У, Ц). Последовательность их в этом вириоде, начиная с 257-го по 279-е звено, читается как АУЦУАЦЦГГУГГ-АААЦААЦУГА.

В клетках картофеля вириод синтезирует так называемый комплемент — последовательность нуклеотидных звеньев, которая вместе с приведенной выше может образовать двойную спираль. Этот комплемент неотличим от низкомолекулярной ядерной РНК, находящейся в ядре клетки хозяина. И это как бы обманывает клетку хозяина, она принимает комплемент вириода за свою низкомолекулярную РНК.

Так вириод вызывает болезнь — он нарушает сложный механизм созревания матриц, на которых должен идти в клетках картофеля синтез белков. Его клетки начинают произво-

дить белки, которые им не свойственны. Вид растения изменяется. У больного картофеля, например, листья прижаты к стеблям и неестественно вытянутые клубни имеют много глазков. И все потому, что клетка хозяина принимает вириодный комплемент за свою малую ядерную РНК.

Так, если вириод — не что иное, как одичавший интрон, то, может быть, и настоящие, «большие» вирусы — одичавшие предшественники информационных РНК?

К сожалению, нужно еще разгадать, как вириоды размножаются. Похоже, что их РНК не может служить матрицей для белкового синтеза. Для этого она чересчур мала. Кроме того, известно, что РНК в клетках высших организмов синтезируются, как правило, на матрице ДНК и в клетках сами не размножаются. Для того же, чтобы вириодная РНК в клетках хозяина все-таки размножалась, нужен специальный фермент, помогающий синтезировать РНК на матрице РНК. Ген такого фермента имеется лишь в РНК-содержащих вирусах, которые размножаются, предварительно нарабатывая этот фермент с помощью аппарата хозяйской клетки.

Значит, мы должны допустить возможность того, что этот фермент может синтезироваться клетками хозяина для каких-то других целей (не для вириода же!). Отсюда следует, что какие-то РНК высших орга-

низмов могут размножаться на матрице РНК.

Возможно и другое объяснение. Вириод — спутник какого-нибудь РНК-содержащего вируса и для синтеза собственной РНК использует фермент своего большого спутника. Фактически если вирус — паразит клетки, то вириод — паразит вируса! Как писал Свифт: «и показал нам микроскоп, что на клопе бывает клоп...» Этот вопрос отнюдь не академичен: если верно второе предположение, то, избавившись от вируса, мы автоматически избавимся от вириода.

И последнее: можно ли ставить знак равенства между вириодами и возбудителями так называемых медленных вирусных инфекций, вызывающих смертельные болезни нервной системы и других органов человека и животных? Пока на это нельзя ответить. Удивительная устойчивость медленных вирусов к радиации и ферментам, разрушающим белки и нуклеиновые кислоты, вызвала к жизни гипотезу, что они имеют оболочку, но не из белков, а из полисахаридов. Но полисахаридная вирусная оболочка выглядит в глазах вирусологов не менее экзотично, чем, например, деревянные брусочки. Однако действительность может оказаться еще более удивительной, чем наши сегодняшние догадки о природе вириодов.

Доктор биологических наук  
Б. МЕДНИКОВ.

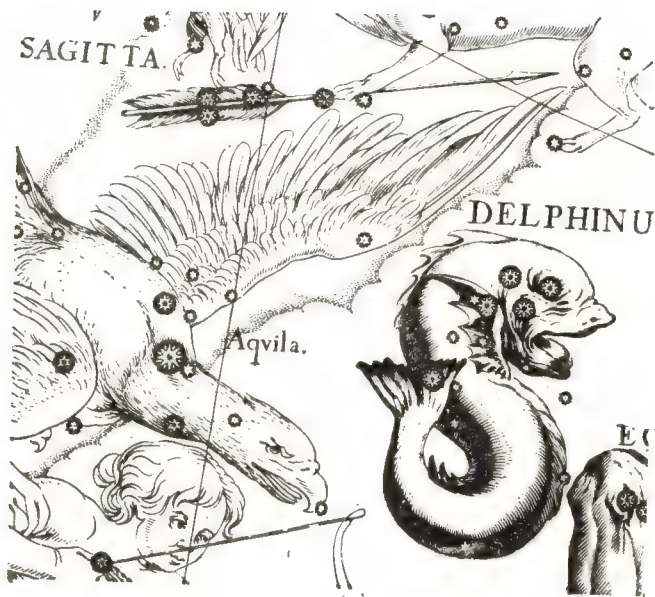
## Г И П О Т Е З Ы, ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, ДОГАДКИ

До сих пор удалось доказать, что вириоды поражают высшие растения. Предполагается, правда, что они играют роль в некоторых заболеваниях человека и животных. В частности, возможна их причастность к болезням центральной нервной системы. К этим заболеваниям относят синдром Якоба Грейцфельда, характерный разрушением клеток мозга. До сих пор медики считали возбудителем этой болезни так называемые медленные вирусы. Но их пока еще никому не удалось выделить. Не потому ли, что их нет в том виде, в каком их ищут? Но даже если и удастся доказать, что медленные вирусы есть не что иное, как вириоды, проблема не будет исчерпана: никто еще пока не знает, как защищаться от этих мельчайших врагов.



Раздел ведет кандидат педагогических наук Е. ЛЕВИТАН.

## ДЕЛЬФИН, СТРЕЛА И ЛИСИЧКА



Любители астрономии хорошо знают летне-осенний звездный треугольник, образованный Вегой ( $\alpha$  Лиры), Денебом ( $\alpha$  Лебеда) и Альтаиром ( $\alpha$  Орла). Несколько выше и левее Альтаира нетрудно рассмотреть небольшое изящное созвездие, слегка напоминающее бумажного змея, устремившегося прочь от Орла. Это и есть

созвездие Дельфина. Звезды, образовавшие фигуру «бумажного змея» (или параллелограмм с «хвостиком»), не ярче третьей и четвертой звездной величины, причем звезда  $\beta$  Дельфина (Ротанев) несколько ярче, чем  $\alpha$  Дельфина (Суалокин). Вероятно, даже не все астрономы знают о происхождении столь странных собст-

Созвездия Лисички, Стрелы и Дельфина в «Звездном атласе» Я. Гевелия.

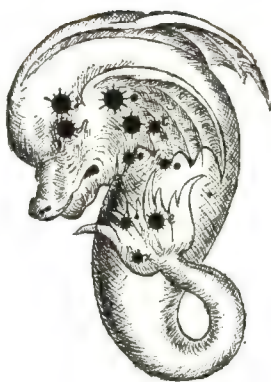
венных имен звезд. Интересно рассказывает об этом Ю. А. Карпенко в книге «Названия звездного неба» (М., «Наука». 1980). Оказывается, впервые собственные имена  $\alpha$  и  $\beta$  Дельфина появились в 1814 году в каталоге Джузеппе Пиаччи и связаны с именем помощника Пиаччи — Николло Каччаторе (в латинском варианте его имя звучит, как Николаус Венатор, потому что итальянское слово *sasciatore* означает «охотник», как и латинское *venator*). Если прочесть справа налево, то получаются слова Суалокин и Ротанев.

Происхождение названия самого созвездия Дельфина связано с различными легендами. В них Дельфин чаще всего выступает в роли спасителя. По одной из легенд, Дельфин спас греческого поэта и музыканта Ариона (VII—VI вв. до н. э.). Команда корабля, на котором поэт совершал морское путешествие, решила убить Ариона и овладеть его богатством. Поэту удалось уговорить моряков исполнить его последнее желание: спеть торжественную песнь в честь бога Аполлона. Прекрасное пение, сопровождаемое игрой на кифаре, привлекло внимание дельфина (в другом варианте легенды в образе дельфина явился сам Аполлон), который подхватил бросившегося в море певца и доставил его на берег. А. С. Пушкин, вдохновленный мифом об Арионе, написал в 1827 году стихотворение «Арион». Имя Ариона поэт использовал, чтобы завуалировать истинный смысл стихотворения, в котором говорится о судьбе самого поэта и его друзей-декабристов:

Нас было много на челне;  
Иные парус напрягали,  
Другие дружно упирали  
В глубь мощны весла.

В тишине  
На руль склоняясь, наш  
кормщик умный  
В молчаньи правил грузный  
чолн;

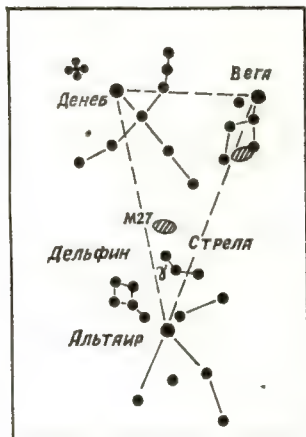




Изображение Дельфина в «Уранометрии» И. Байера (1654 год) и в звездном атласе И. Боде (1800 год).



Расположение созвездий Дельфина и Стрелы по отношению к летне-осеннему звездному треугольнику. М 27 — планетарная туманность в созвездии Лисички.



А я — беспечной веры  
Пловцам я пел... Вдруг  
Измял с налету вихорь  
Погиб и кормщик и  
Лишь я, таинственный  
На берег выброшен грозою,  
Я гимны прежние пою  
И ризу влажную мою  
Сушу на солнце под скалою.

Другая легенда о происхождении названия созвездия Дельфина красочно повествует о том, как дельфин помог богу морей Посейдону отыскать убежище, в котором скрывалась от владыки морей понравившаяся ему морская нимфа — nereida Амфитрита. В награду за это Посейдон вознес дельфина на небо, превратив его в созвездие...

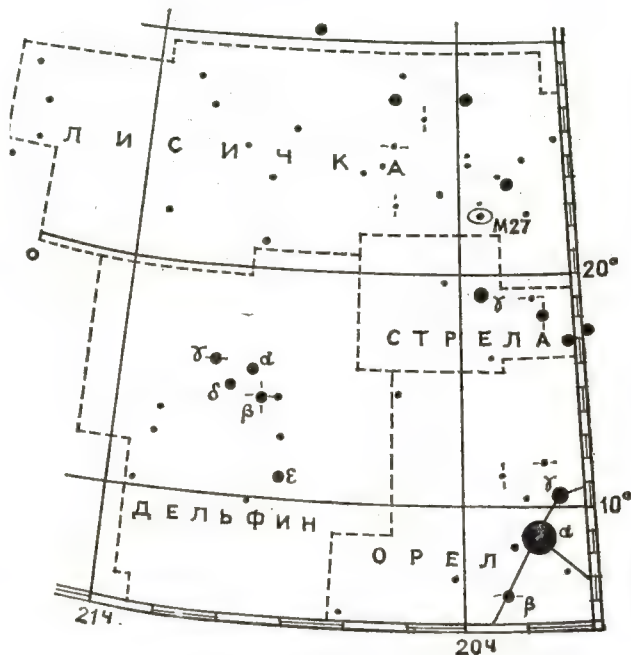
Созвездие Стрела получило свое название, как рассказывается в одном из мифов, в честь той стрелы, которой Геркулес поразил Орла, прилетавшего клевать печень титана Прометея. Созвездие Стрелы разместились внутри летне-осеннего звездного треугольника, над Альтаиром. Образовано оно неяркими звездами.

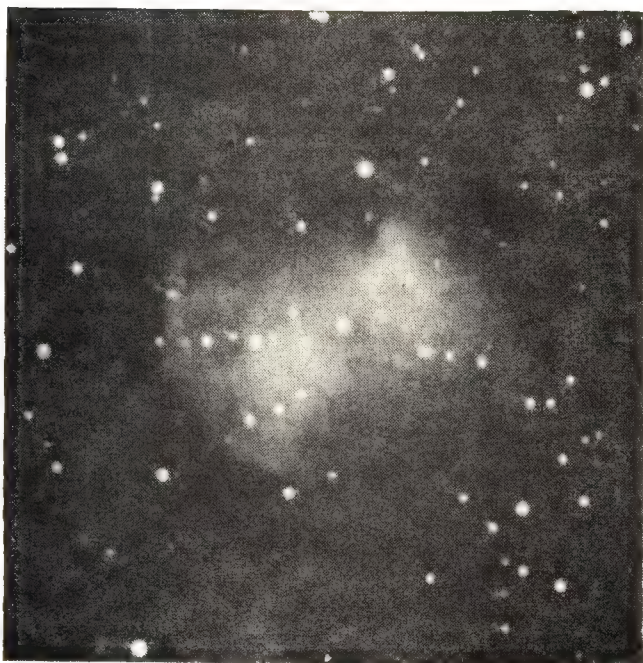
Современная карта созвездий Дельфина, Стрелы и Лисички (из «Учебного звездного атласа» А. Д. Марленского).

Достопримечательностей в Дельфине и Стреле мало. К ним обычно относят принадлежащую к цефеидам физическую переменную звезду  $\gamma$  Стрелы ( $\alpha = 19$  час 53,7 мин,  $\delta = +16^\circ 30'$ ), ее блеск меняется от  $5,8^m$  до  $7,00^m$  примерно за 8,4 суток. Другая достопримечательность —  $\gamma$  Дельфина, двойная звезда, которую

можно увидеть в бинокль или телескоп. Угловое расстояние между компонентами  $10''$ , звездные величины компонентов  $4,5^m$  (это главная звезда, по цвету она весьма похожа на наше Солнце) и  $5,5^m$  (спутник, он кажется зеленоватым).

Выше Дельфина и Стрелы (над звездой  $\gamma$  Стрелы) в бинокль и особенно в небольшой телескоп можно рассмотреть туманное пятнышко. Это планетарная туманность (М 27, или NGC 6853), расположенная в созвездии Лисички. Туман-





Планетарная туманность Дамбелл (Гантсль) в созвездии Лисички. (Ее обозначение в каталогах — М 27, или NGC 6853.)

ность большая (поперечник около 240 000 а. е.), находится она от нас на расстоянии около 1000 световых лет. Угловые размеры туманности  $4' \times 8'$ . Ядро туманности — горячая центральная звезда (с температурой поверхности порядка 100000К); видимая звездная величина центральной звезды  $14^m$ . Излучение планетарной туманности вызвано ультрафиолетовым излучением звезды, находящейся в центре планетарной туманности (более подробно об этом см. «Наука и жизнь» № 2, 1982).

Туманность в Лисичке даже имеет собственное название — Дамбелл, что означает гантель. Название самого созвездия было предложено в 1660 году Яном Гевелием, который объяснял это название так: «Лисичка — животное лукавое, жестокое и прожорливое, подобное Орлу и Коршуну (так раньше называлось созвездие Лиры. — Ред.), находящимся тут по соседству». И, как видим, для своего атласа Гевелий нарисовал созвездие в виде лисички, которая держит в зубах гуся... Ярких звезд в этом созвездии нет, а слабых (четвертой и

пятой звездной величины) можно насчитать там несколько десятков.

### ЗВЕЗДНОЕ НЕБО СЕНТЯБРЯ

Близ полуночи высоко над горизонтом в юго-западной и западной части небосвода виден летне-осенний треугольник. Слева от него созвездие Дельфина, а почти внутри — созвездия Стрелы и Лисички. В южной стороне неба — квадрат Пегаса — огромный ковш (похожий на ковш Большой Медведицы), образованный звездами Андромеды и Персея. Созвездие Кассиопеи видно высоко над горизонтом — вблизи зенита. В восточной части неба поднимаются звезды Тельца, Близнецов и Ориона. На северо-востоке уже появляется Капелла (а Возничего). Большая Медведица видна в северной стороне неба.

### ЗВЕЗДНОЕ НЕБО ОКТАБРЯ

Кассиопея и Персей около полуночи расположены вблизи зенита, а Лира, Лебедь и Орел (вместе с созвездиями Дельфина, Стре-

лы и Лисички) склоняются к западной части горизонта. На юго-западе виден Пегас, левее которого расположилось созвездие Андромеды. А на востоке уже высоко над горизонтом появились созвездия, которые будут украшать наше зимнее небо, — Возничий с Капеллой, Телец с Альдебараном и Плеядами, звезды Ориона. На северо-востоке вы без труда найдете звезды Близнецов, а невысоко над северной частью горизонта — Большую Медведицу.

### ПЛАНЕТЫ В СЕНТЯБРЕ — ОКТЯБРЕ

**Меркурий** — виден по утрам со второй недели октября в созвездии Девы; 17 октября наступит наибольшее удаление ( $18^\circ$ ) планеты от Солнца. Блеск планеты возрастает от плюс  $1,1^m$  до минус  $0,8^m$ .

**Венера** — видна по утрам перед восходом Солнца в созвездии Льва. Блеск планеты минус  $3,4^m$ . С конца сентября и до конца года Венера видна не будет.

**Марс** — виден короткое время по вечерам в сентябре и октябре в западной части горизонта. Планета будет перемещаться по созвездиям Весов (до 23 сентября), Скорпиона (до 30 сентября), а затем Змееносца. Блеск планеты не будет превосходить первую звездную величину.

**Юпитер** — виден по вечерам в сентябре и в первой половине октября в созвездии Весов. Блеск планеты плюс  $1,3^m$ .

**Сатурн** — виден в созвездии Девы как светило первой звездной величины; в первой половине сентября — по вечерам, в конце октября — по утрам. Для наблюдений Юпитера и Сатурна период очень неблагоприятный.



# САМЫЙ БЫСТРЫЙ ТРАНСПОРТ В ЛЮБОЕ ВРЕМЯ ГОДА

Стив ШЕНКМАН.

Псковский житель Глеб Травин взялся доказать, что велосипед годится для любого времени года. Аргументы его были более чем убедительными.

Травин умудрился проехать зимой от Кольского полуострова до мыса Дежнева на Чукотке. Путь свой он проделал на обычном дорожном велосипеде по прибрежным льдам Северного Ледовитого океана. Пример Травина — из категории экспериментов в экстремальных условиях. Но сейчас на улицах городов все чаще можно встретить велосипедистов и в дождь и в зимний день.

Всепогодность дорожного велосипеда увеличивает его преимущества в условиях современного города. В Академии строительства ГАР подсчитали скорость передвижения на различных видах городского транспорта. Оказалось, что автобус, троллейбус и трамвай движутся со средней скоростью 12 километров в час. Такая же скорость у велосипеда. Средняя скорость легкового автомобиля в городе — 20 километров в час. Скорость метро — 25 километров в час. Но ведь горожанин не доезжает на метро от дверей своего дома до самой разбитой! Ему приходится терять время в ожидании поезда, на эскалаторе, на переходах и т. д. Подсчитано, что если расстояние от дома до места работы не превышает 11 километров, то средняя скорость передвижения москвича равна 12,3 километра в час.

Проблему не решает и личный автомобиль. Практика показывает: автомобили в городе хороши, пока их мало. Если же он насыщен машинами и один автомобиль приходится на 10 жителей, то пропускной способности улиц не хватает для нормального движения. В этом случае начинает дей-

ствовать правило: если у вас слишком много времени, езжайте на машине, если спешите — идите пешком.

Велосипед помогает избежать потерь времени и приносит большую пользу для здоровья.

Бостонский кардиолог доктор Пол Уайт писал: «От пассивности мышц и слабости сердца страдает прежде всего головной мозг из-за недостаточного снабжения кислородом. Как врач, я все чаще рекомендую своим пациентам велосипедные прогулки, которые одинаково важны и для физического и для душевного здоровья. Чем больше мой пациент ездит на велосипеде, тем меньше потребляет он успокоительных средств и таблеток от бессонницы. Автомобиль калечит тела и души американцев, регулярное пользование велосипедом может оказаться спасением. Секрет пользы, которую приносит велосипед нашему здоровью, заключается в педалировании, благодаря чему резко увеличивается кровоток от нижних конечностей к сердцу и легким. Велосипед является не только прекрасным средством, укрепляющим мышцы, сердце и сосуды, тренирующим легкие, но и способствует борьбе с избыточным весом. Мужчина весом в 70 килограммов, проезжающий ежедневно в течение часа 20 километров, расходует более 600 килокалорий. Подобного эффекта можно добиться, прогуливаясь пешком в течение не менее 2,5 часа. Я знаю людей, которые, даже почти не снижая своего обычного дневного рациона питания, с помощью велосипеда похудели за год на 6—8 килограммов».

Преимущество велосипеда перед другими оздоровительными средствами заключается в том, что трени-


ровка, служащая дальним целям обретения крепкого здоровья, одновременно решает и сиюминутные практические задачи (поездка на работу и домой, в магазин, к гости и т. п.). Эта вот возможность заниматься делом и попутно оздоравливаться, видимо, и привлекает прежде всего нашего прагматичного современника. Недаром популярность велосипеда растет с каждым годом.

Однако человек среднего или пожилого возраста, едущий по городской улице на велосипеде, — все же не столь частое явление. «Если бы мы, переломив свою инертность, смогли организовать массовое движение на велосипедах в любое время года и в любую погоду, — пишет в книге «Превентивная кардиология» профессор Московского медицинского института Г. И. Косицкий, — то это создало бы реальный заслон на пути прогрессирующего распространения поражений сердечно-сосудистой системы. Сегодня для этого еще нет необходимых условий. Нужно планировать велосипедные дорожки, свободные от движения автотранспорта улицы, частично закрытые для движения автомобилей. Нужно создать места для стоянки велосипедов у заводов, учреждений, учебных заведений, магазинов и на площадях».

Многие страны переживают сейчас подлинный велосипедный бум. Скажем, в Дании на 5 миллионов жителей имеется 3 миллиона велосипедов. Велосипед позволяет экономить горючее, что весьма актуально в свете энергетического кризиса, и не портит городской воздух. Недаром его называют экологически чистым транспортом.

● ВАШЕ ЗДОРОВЬЕ

Таблица 1.

			Возраст (в годах)					
			13-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и старше
Степень подготовленности	1. Очень плохо	(муж.)	Меньше 4,4	Меньше 4,0	Меньше 3,5	Меньше 3,2	Меньше 2,8	Меньше 2,8
		(жен.)	Меньше 2,8	Меньше 2,4	Меньше 2,0	Меньше 1,6	Меньше 1,2	Меньше 1,2
	2. Плохо	(муж.)	4,4-6,0	4,0-5,5	3,5-5,0	3,2-4,8	2,8-4,0	2,8-3,5
		(жен.)	2,8-4,4	2,4-4,0	2,0-3,5	1,6-3,2	1,2-2,4	1,2-2,0
	3. Удовлетворительно	(муж.)	6,0-7,5	5,5-7,0	5,0-7,0	4,8-6,4	4,0-5,5	3,5-4,8
		(жен.)	4,5-6,0	4,0-5,5	3,5-5,0	3,2-4,8	2,4-4,0	2,0-3,2
	4. Хорошо	(муж.)	7,5-9,2	7,0-8,8	7,0-8,3	6,4-8,0	5,5-7,0	4,8-6,4
		(жен.)	6,0-7,5	5,5-7,2	5,0-6,7	4,8-6,4	4,0-5,5	3,2-4,8
	5. Отлично	(муж.)	Больше 9,2	Больше 8,8	Больше 8,3	Больше 7,0	Больше 6,4	
		(жен.)	Больше 7,5	Больше 7,2	Больше 6,7	Больше 6,4	Больше 5,5	Больше 4,8

Загазованные, забытые автомашинами и автобусами улицы больших городов пока еще не приспособлены для массового использования велосипеда в транспортных целях. Но зато свои выходные дни и особенно летний отпуск горожанин может прекрасно использовать для сочетания дальних странствий и укрепления здоровья.

Один из наиболее примечательных рекордсменов велотуризма — 64-летний А. Г. Герфельд, который проехал от Владивостока до Минска. Геолог из Магаданской области Валентин Зенков за 101 день проделал путь до Ленинграда, одолев 11,5 тысячи километров. 37-летний машинист паровозного крана из Никополя Илья Гладуз проехал из своего родного города до Владивостока за 98 дней.

«Впервые в жизни я села

на велосипед, когда мне исполнился 61 год, — рассказывает москвичка М. С. Великорейская. — Ездить научилась недели за две. Постепенно маршруты удлинялись. Велосипед помог мне увидеть прекрасные места Подмосквья, побывать в Мещере, Тарусе, добралась до Закарпатья».


Совершать длинные, многомесячные велопутешествия через всю нашу страну — дело заманчивое, но не всегда выполнимое. Одесит А. Харитоненко нашел выход. Маршрут от Черного моря до Тихого океана он разделил на пять этапов и каждый из них проезжал за время очередного отпуска. Правда, для таких комбинированных путешествий, где часть пути преодолевается самолетом или поездом, необходим складной велосипед, который сейчас еще считается дефицитом. Одна-

ко производители стараются не отставать от потребностей людей.

Резко увеличивается выпуск и других велосипедов, пользующихся спросом у населения: детских, подростковых, дорожных, с прицепом, семейных tandemов, рассчитанных на мужчину и женщину. Создаются велосипеды специального использования в оздоровительных целях, трехколесные машины для пожилых, велотренажеры, на которых можно тренироваться, не выходя из комнаты.

Сейчас, когда велосипед все увереннее входит в быт людей, особенно важно умение четко дозировать физическую нагрузку велосипедиста, знать степень принимаемых усилий, чтобы велосипед в полной мере служил оздоровительным целям, способствовал физическому совершенствованию.

Таблица 2.

					
3 км	Медленнее 12.00	0	10 км	Медленнее 36.00	2,7
	12.00-8.01	0,5		36.00-24.01	4,5
	8.00-6.01	1,5		24.00-18.01	7,5
	быстрее 6.01	2,5		быстрее 18.00	10,5
5 км	Медленнее 18.00	0	16 км	Медленнее 1:00.00	5,5
	18.00-12.01	1,5		1:00.00-40.01	8,5
	12.00-9.01	3,0		40.00-30.01	13,5
	быстрее 9.01	4,5		быстрее 30.00	18,5
8 км	Медленнее 30.00	2,0	24 км	Медленнее 1:30.00	9,0
	30.00-20.01	3,5		1:30.00-1:00.01	13,5
	20.00-15.01	6,0		1:00.00-45.01	21,0
	быстрее 15.01	8,5		быстрее 45.00	28,5
			40 км	Медленнее 2:30.00	16,0
				2:30.00-1:40.01	23,5
				1:40.00-1:15.01	36,0
				быстрее 2:15.00	48,5



ганию человека. Ведь просто легкая велосипедная прогулка не много даст нашему здоровью. Настоящая польза будет лишь тогда, когда организм (и прежде всего сердечно-сосудистая система) получит нагрузку, которая окажет на него тренирующее воздействие. Считается, что у практически здорового человека такой нагрузкой будет равномерная работа, длящаяся не менее 12—15 минут, при которой частота пульса удваивается по сравнению с покоем.

Создатель оздоровительной программы аэробики доктор Кеннет Купер (см.

«Наука и жизнь» №№ 3, 5, 6, 7, 1982 г.) рассчитал оптимальную нагрузку для велосипедистов разных возрастов. На удобной трассе можно проверить состояние своего сердца и сосудов. Для этого надо замерить максимальное расстояние, преодоленное за 12 минут. Это так называемый 12-минутный тест Купера (см. таблицу № 1). Таблица № 2 позволит подсчитать эффективность оздоровительной нагрузки при езде на велосипеде. По выкладкам Купера, надежный уровень здоровья обеспечат 30 очков в неделю (для женщин — 24 очка).

Лучше эту или большую сумму набирать за три-четыре тренировки в неделю. При езде на велосипеде нагрузка в определенной степени зависит от профиля трассы и ветра. При встречном ветре со скоростью около 8 километров в час следует добавлять 0,5 очка на каждые 1,5 километра пути.

Каждый желающий легко подсчитает по этим таблицам сумму аэробических очков, которую он набирает за одну тренировку на любой дистанции. Дело за немногим — сесть на велосипед, взглянуть на часы и начать отмерять километры.

## ЗООУГОЛОК НА ДОМУ. СОВЕТЫ

● В зимнее время года большая часть территории нашей страны покрыта снегом. Глазу не хватает красок. А так хочется увидеть яркие цветы, сочную зелень. Правда, многие разводят комнатные растения, но у большинства из них листья темно-зеленого цвета, и лишь немногие цветут зимой. Заведите дома аквариум. Нежная зелень водорослей, яркие рыбки, плавающие среди них, доставят вам удовольствие. К тому же хорошо оформленный аквариум — не только украшение комнаты, но и самый настоящий уголок подводного царства. Наблюдая за ним, вы сможете узнать некоторые его тайны.

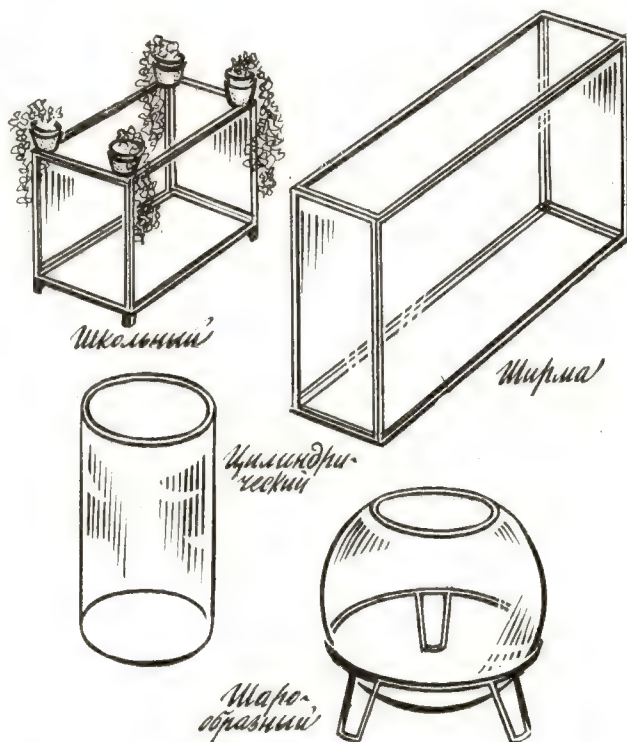
Сначала нужно решить, какой формы и объема аквариум вам подойдет. Аквариум емкостью до 70 литров можно ставить на письменный стол, тумбочку для телевизора. Для больших аквариумов необходимы специальные сварные подставки.

Место для аквариума лучше всего выбирать так, чтобы он был хорошо освещен естественным светом, но не находился под прямыми солнечными лучами, иначе будут бурно развиваться микроскопические водоросли, с которыми трудно бороться.

Аквариумы бывают не только разных размеров,

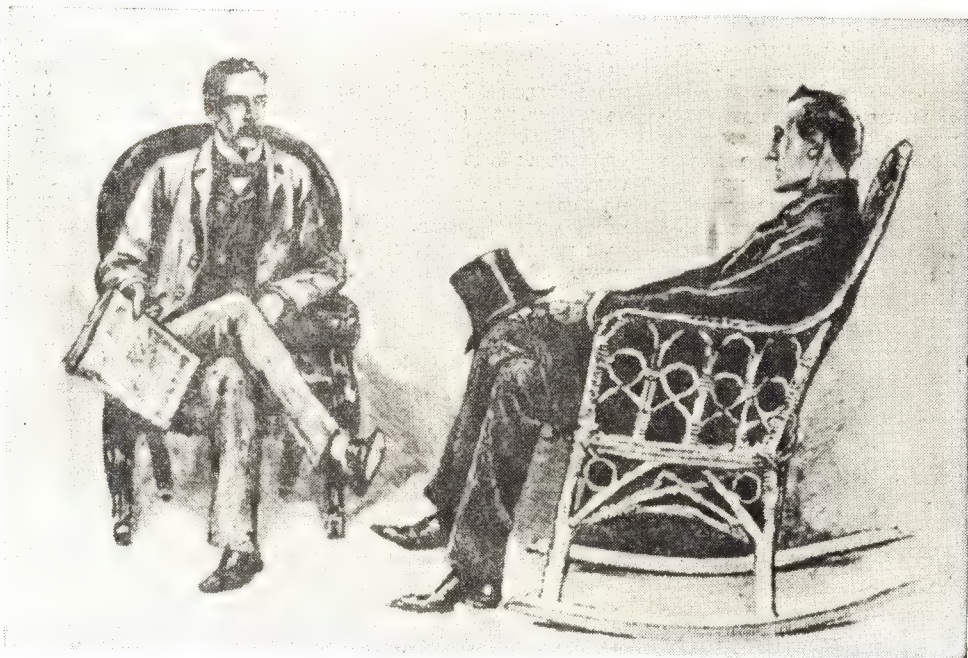
но и форм. Наиболее распространены аквариумы школьного типа. У них высота и ширина примерно равны, длина в полтора-два раза больше.

Аквариумы, у которых высота больше ширины, носят название ширм. Они выглядят очень эффектно, в них хорошо смотрятся рыбки и растут растения.



Можно установить дома круглый аквариум, а также использовать любую стеклянную банку достаточно большого объема. Единственное требование к нестандартным аквариумам — по возможности большая поверхность воды. В узких высоких сосудах необходима дополнительная аэрация.

# НЕИЗВЕСТНАЯ РУКОПИСЬ



Шерлок Холмс (справа) и доктор Уотсон. Рисунок (как и портрет Холмса на стр. 125) сделан первым иллюстратором произведений о «великом сыщике» — английским художником Сидни Пэджетом. Он сотрудничал в журнале «Стрэнд мэгэзин», где впервые публиковались рассказы и повести о Холмсе.

В детективной повести, которую мы начинаем печатать в этом номере, читатели вновь встретятся с популярными героями Артура Конан Дойля — Шерлоком Холмсом и доктором Уотсоном, персонажами, которые давно перестали быть литературной собственностью их создателя и «зажили» самостоятельной жизнью. Туристы до сих пор совершают паломничество на Бейкер-стрит в Лондоне в поисках дома 221-Б. Исследователи биографии Конан Дойля изучают реальные прообразы его героев. (Наши давние читатели помнят, должно быть, реферат книги М. и М. Хардвик «Человек, который был Шерлоком Холмсом», опубликованный в «Науке и жизни» (№ 10, 1965 год.) Писатели, в том числе сын Артура Конан Дойля — Адриан Конан Дойль, совместно с Джоном Диксоном Карром, продолжили летопись приключений Холмса (см., например, «Наука и жизнь» № 3, 1964 г.). Следует этой традиции и автор предлагаемой повести.

Однако на сей раз автора привлекла не только широкая популярность образов Шерлока Холмса и доктора Уотсона, но и время, когда они «действовали». Шерлок Холмс и его друг были современниками страшного преступника, терроризировавшего Лондон осенью 1888 года и известного как Джек Потрошитель. Преступления остались нераскрытыми, преступник ненаказанным.

В предлагаемой повести Шерлок Холмс с помощью своего знаменитого дедуктивного метода раскрывает преступление века.

Любопытно, что, делая своего Холмса разоблачителем тайны Джека Потрошителя, автор публикуемой повести придерживается реальной гипотезы относительно личности этого преступника, выдвигавшейся в Англии конца прошлого века и сохранившейся в истории криминалистики.

Как увидит читатель, повесть построена в форме своеобразной переклички двух знаменитых детективов — Холмса и Куина, которых разделяет три четверти века. В финале повести Эллери Куин исправляет ошибку Уотсона, не понявшего нарочитые недомолвки своего друга.

Эллери Куин — это псевдоним, который избрали себе два современных американских писателя, двоюродные братья Фредерик Энней и ныне покойный Манфред Б. Ли. Одновременно это имя, которым они наделили своего главного героя.



чение сердечника. Сигналы датчика, преобразованные электронным блоком, поступают в регистрирующее устройство, которое после осмотра всей поверхности машины печатает ее тепловую фотографию. Это устройство находится рядом с проверяемым статором и соединено с тележкой кабелем. На фотографии-термокарте закодированы холодные и горячие участки статора. Белый цвет соответствует высокой температуре, черный — низкой. По черно-белым оттенкам судят о нагреве деталей с точностью в полградуса.

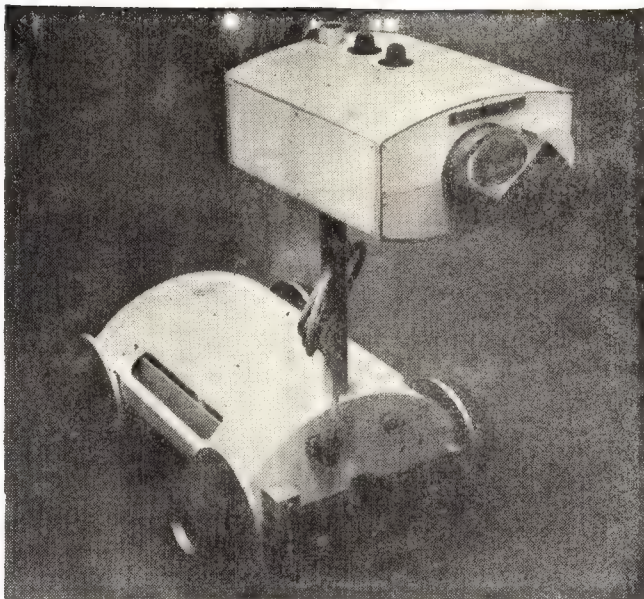
Зарубежные модели аналогичных приборов дают телевизионное изображение только проверяемого участка, осматриваемого оптическим датчиком, но не могут показать всю поверхность статора, как термокарта.

Новый тепловизор выявляет все очаги повышенного нагрева статора. Причем одного такого прибора достаточно, чтобы проверить все статоры мощных электромашин, выпускаемых «Электросилой». Их надежность после такой проверки значительно возрастает. Благодаря применению тепловизора «Статор-1» уменьшаются расходы, связанные со сборкой и разборкой электромашин во время испытаний, повышается производительность труда испытателей.

### КЛЕИ ДЛЯ ДОРОГИ

При рафинировании хлопкового масла получаются отходы — вязкая жидкость темно-коричневого цвета. Техническое название ее — госсиполовая смола.

Оказалось, что эта смола



может служить отличным вяжущим средством для укрепления гравийно-песчаных смесей, различных мелких песков, в том числе барханных, и прочих грунтов при строительстве автомобильных дорог. Она вполне заменяет традиционный, но весьма дефицитный битум.

Сейчас в Туркменской ССР и в Таджикской ССР уже есть шоссе, при строительстве которых использовалась вместе битума госсиполовая смола. Экономический эффект: экономия средств составила 5184 рубля на один километр дороги.

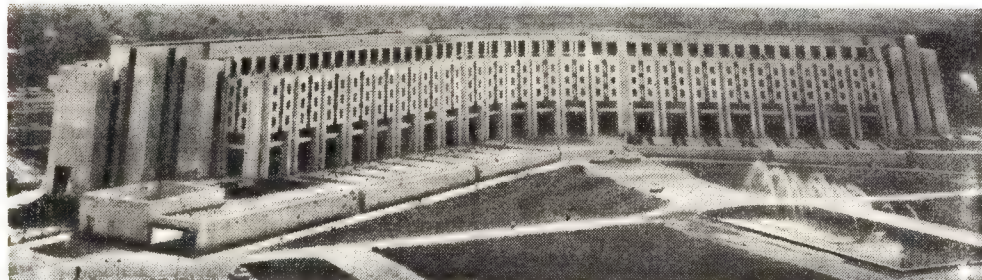
Эмульсия из госсиполовой смолы используется и для укрепления экранов — защитных слоев дорожных покрытий. Такой защитный слой, например, сделан на участке шоссе Чарджоу — Мары.

Способы и технологию устройства дорожных покрытий на основе госсиполовой смолы разработали специалисты Союздорнии в содружестве с коллективами трестов «Средаздорстрой» и «Таджикдорстрой».

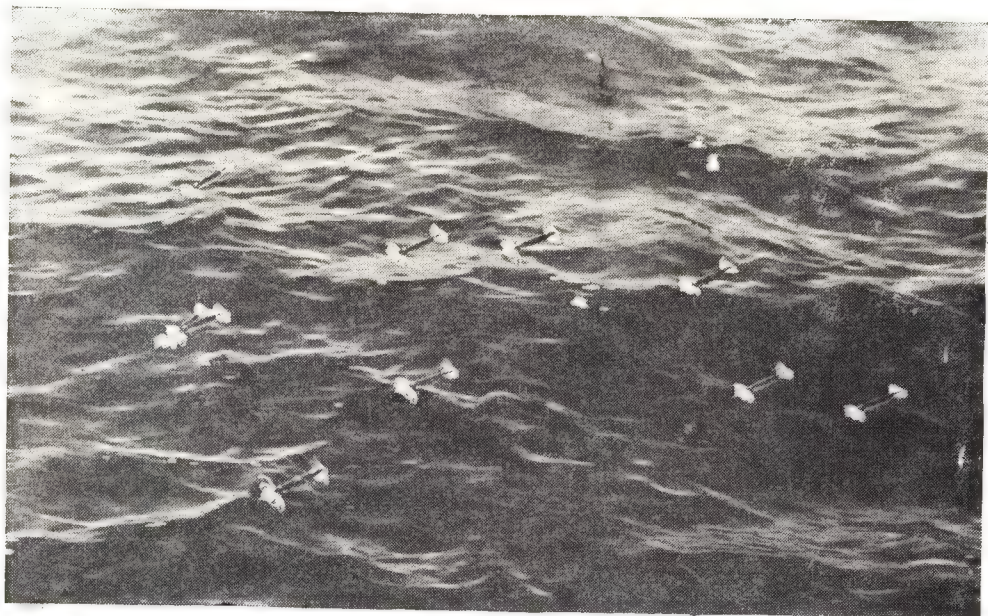
### БОЛЬНИЦА — «ТРИЛИСТНИК»

На снимке — здание новой многопрофильной больницы на 600 коек, которую построило и оснастило на уровне современных достижений медицинской техники производственное объединение «Кировский завод» в Ленинграде.

Архитекторы нашли оптимальное решение: они предложили здание «трилистник». Такая планировка позволяет наилучшим образом разместить все медицинские службы.







# ПОЛЕТ КАЛЬМАРА

Кандидат биологических наук К. НЕСИС [Институт океанологии АН СССР].

Моряки неторопливого века парусных кораблей внимательно наблюдали за жизнью моря и многое о ней знали. Знали они, в частности, что некоторые кальмары могут, спасаясь от врагов, вылетать из воды и пролетать некоторое расстояние по воздуху, даже залетать на палубы судов. Один вид даже получил название «летающий кальмар». Гигантские стальные суда отдалили человека от водной поверхности, опыт моряков прошлого был забыт. И когда Тур Хейердал и его спутники по экспедиции на плоту «Кон-Тики» увидели маленьких кальмаров, вылетающих из воды и плюхающихся на крышу их плавучего жилища, их удивлению не было границ. «Планирующий кальмар явился новостью для всех зоологов, с которыми я беседовал», — писал Хейердал.

Понаблюдав за летающими кальмарами, поговорив с рыбаками и полистав старые книги, зоологи поняли, что летающие кальмары — конечно, чудо природы, но чудо довольно обычное. Теперь главы о летающих кальмарах имеются в любой популярной книге о головоногих моллюсках. Установлено, что летают молодые особи нескольких видов кальмаров, обитающих в приповерхностном слое моря, а у некоторых мелких видов способны к полету и

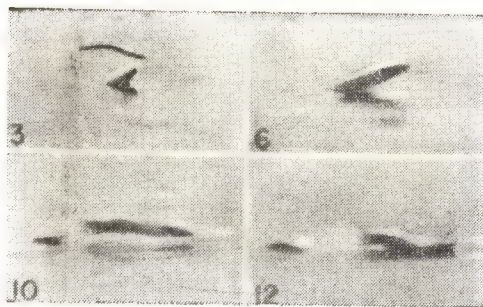
взрослые. Известно, что кальмары могут пролетать 50—60 м, поднимаясь при этом на высоту до 5—6 м, но обычно летят над самой поверхностью воды, не выше метра.

Но каким способом они летают — это оставалось предметом дискуссии. То ли они, как дельфины или киты, разогнавшись в воде, просто выпрыгивают в воздух, то ли, как летучие рыбы, парят в воздухе с растопыренными плавниками, уподобляясь бумажному самолетику?

Почти 20 лет назад в журнале «Наука и жизнь» (1963 г., № 11) была напечатана заметка Ю. Сафронова «Кальмары — спринтеры моря». В ней автор пытался рассчитать, до какой скорости должен разогнаться в воде кальмар, чтобы залететь на палубу судна. Предположив, что кальмар с диаметром туловища 10 см вылетает из воды под наиболее выгодным для подъема на высоту углом  $45^\circ$  и достигает высоты 10 м, автор заметки получил скорость 20 м/с, или 72 км/ч. Если это так, следовательно, кальмары способны запросто обогнать эсминцы, чтобы ловить их, нужны по меньшей мере торпедные катера! Однако наблюдения рыбаков и эксперименты в аквариумах говорят о гораздо меньшей скорости: скорость плавания кальмаров при «броске» — 1,8—2,2 м/с, или около 7 км/ч. Причина расхождения данных именно в разных представлениях о механизме полета кальмаров. Ю. Сафронов исходил из предпо-



Слева — снимок японского фотографа-анималиста Мицуаки Ивааи, показывающий уланских кальмаров в полете. Справа — отдельные кинокадры из ленты, заснятой американцем Д. Гилбертом: полет кальмаров дозидикусов. Цифры на снимках — номера кадров. Частота съемки — 16 кадров в секунду.



жения о том, что кальмар летит, подобно камню. Но Тур Хейердал видел — и многочисленные наблюдения других очевидцев это подтверждают, — что кальмары летят с расправленными плавниками. «Они, как и летучие рыбы, совершают над волнами планирующий полет, пока не кончится запас набранной скорости», — пишет Хейердал. Об этом же способе движения говорит и высокое отношение максимальной дальности к высоте полета — не менее 10. Если кальмар выпрыгивает из воды вертикально вверх, он поднимается над поверхностью всего на метр-полтора (наблюдения Г. В. Зуева). На палубу судов залетают кальмары, летящие горизонтально. Но если кальмар летит планируя, то ему нет нужды разгоняться до скорости эсминца, чтобы подняться до уровня палубы: каждый, кому приходилось наклоняться над водой с навстречного борта лежащего в дрейфе судна, знает, какой сильный ветер дует в лицо снизу вверх.

Увы! Аэродинамика кальмара куда менее совершенна, чем у авиамодели или летучей рыбы. Плавник кальмара расположен в задней части тела, и его длина, как правило, не превышает половины длины туловища, составляя  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  общей длины тела животного. Надо учесть, что кальмары летают хвостом вперед, так как разгоняются они реактивным способом, выбрасывая воду из мантийной полости через специальную трубку — воронку, открывающуюся вперед. При медленном плавании моллюск способен повернуть воронку таким образом, чтобы плыть головой вперед, но быстрое плавание и полет возможны только в «неправильном» положении.

Поддерживающая аэродинамическая сила приложена к центру площади плавника, то есть к точке, отстоящей от хвоста на расстояние  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{8}$  длины тела. А центр тяжести кальмара находится приблизительно в середине тела. При полете с расправленным плавником создается пара сил, стремящаяся развернуть тело кальмара в вертикальной плоскости. Он «задирает нос», теряет устойчивость и должен плюхнуться в воду головой вперед, пролетев лишь малую долю возможной дистанции. Аэродинамически кальмару было бы выгоднее лететь с нерасправленным плавником!

В 1964 году американскому ученому Д. Гилберту впервые удалось снять полет кальмара на кинолентку. Это было у берегов Чили в окрестностях Вальпараисо, где в изобилии водятся перуано-чилийские гигантские кальмары дозидикусы. Съемку производили с лодки, так что моллюски были видны в профиль — как темные торпедовидные силуэты. Расправленных плавников видно не было. Гилберт не смог по

снятым кинокадрам установить истинный размер кальмаров, но принял, что длина их туловища 120 см. При этом получалось, что дальность полета — 1,7 м, высота полета — 30 см, скорость при вылете — 1,75 м/с, при падении в воду — 7 м/с. Но 120 см — это максимальная известная длина туловища дозидикуса. Обычный размер их не превышает 50 см. Если принять эту цифру, получится, что скорость кальмаров при вылете из воды немногим более 1 м/с, а дальность полета — лишь 70 см. При столь коротком полете расправленные плавники действительно не нужны. Но ведь полеты кальмаров на десятки метров и залеты на палубы наблюдались неоднократно!

Решение загадки оказалось совершенно неожиданным. В № 3016 за 1981 г. японского журнала «Асахи Гурафу» опубликован замечательный снимок фотографа-анималиста Мицуаки Ивааи. Позже он был воспроизведен с прорисовками и комментариями специалиста по полету и плаванию животных Акира Адзума в научно-популярном журнале «Кагаку Асахи» (№ 10 за 1981 г.). Снимок сделан в Индийском океане, на нем изображена стайка из десятка кальмаров одного размера, летящих низко над водой в одном направлении — от зрителя. Они сняты с высокой точки, очевидно, с палубы крупного судна. По словам фотографа, они пролетели над водой несколько десятков метров. Кальмары не были пойманы и измерены, но по характерному и довольно закономерно меняющемуся с возрастом соотношению длины и ширины мантии и плавника нетрудно определить, что это молодь или мелкие самцы индопацифического (то есть живущего в Индийском и Тихом океанах) тропического, или уланского, кальмара *Sthenoteuthis oualaniensis* (Уалан — атолл из цепи Каролинских островов, вблизи которого этот кальмар впервые попал в руки зоологов). Длина их мантии около 10 см, общая длина тела с руками — около 15 см.

Взрослый уланский кальмар некрупный, длина мантии обычно — не более 30—35 см, вес — до 1 кг. Он распространен по всей тропической Индо-Пацифике от Красного моря до Панамского залива и от южной Японии до северной Австралии, местами очень многочислен, а на островах Тайвань и Рюкю добывается в промысловых количествах. Полеты этих кальмаров, в особенности молодых, наблюдались неоднократно.





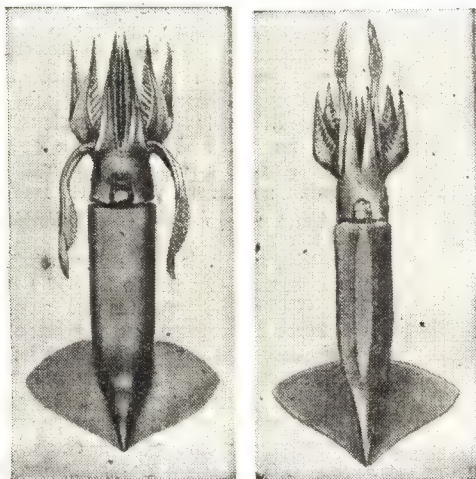
Увеличенный фрагмент одного из снимков, сделанных М. Иваан.

На снимке М. Иваан видно, что плавники кальмаров максимально расправлены, их ширина в 2,5 раза больше длины, кончики плавника слегка загнуты вверх под напором воздуха. Но самое удивительное — это руки кальмаров (у кальмаров, как известно, 4 пары рук и 1 пара более длинных щупалец, которые расположены между руками третьей, брюшно-боковой, и четвертой, брюшной, пары). Самые верхние руки — первая, спинная пара — вытянуты и тесно сложены. Немного отстоят от них руки четвертой пары и щупальца, а руки второй и в особенности третьей пары выгнуты дугой, их середины максимально оттопырены от оси тела, и между ними явственно видна тонкая перепонка.

Эта перепонка давно не давала покоя зоологам, изучающим кальмаров. Она называется защитной мембраной, и считается, что ее функция — защищать присоски рук от повреждения током воды при быстром плавании. На каждой руке по 2 защитные мембраны — на спинной и брюшной стороне. Это тонкая кожица, растянутая на мышечных подпорках-перекладинах, отходящих от боковой стороны руки между каждыми двумя присосками. Обычно ширина мембраны примерно равна высоте присоски над поверхностью руки, так что обе

мембраны как раз прикрывают присоски. Но у некоторых видов кальмаров защитные мембраны на некоторых руках шире обычного. Особенно широки они у трех видов, обитающих преимущественно в верхних слоях воды открытого океана вдали берегов: у *Ommastrephes bartrami*, того самого, которого называли «летающим кальмаром», у *Sthenoteuthis pteropus*, которого из-за этих широких мембран называют «крылоруким кальмаром», и у знакомого нам индоокеанского тропического (уланского) кальмара, ближайшего родственника обитающего в Атлантике крылорукого. Особенно развиты у них брюшные защитные мембраны обеих боковых пар рук, второй и третьей. У летающего кальмара они так широки, что мышечные подпорки едва достигают середины мембраны, а у взрослых самок этого вида брюшные защитные мембраны третьей пары рук вытянуты в огромную треугольную лопасть. У крылорукого и уланского кальмаров они не столь развиты, но даже в сократившемся виде не уступают толщине руки в самом широком месте.

Почему именно у этих трех видов мембраны столь сильно развиты, зоологи могли лишь строить предположения. Одно из них таково: эти кальмары частенько встречаются в очень бедных пищей центральных частях океанов, где шансы наловить достаточное количество обычной кальмарьей пищи — мелких рыбок и кальмаров — невелики. Поэтому им надо пополнять свой рацион планктонными рачками. Но они малы по размерам, и их трудно схватить присосками. Нужно что-то вроде сетки или корзинки, чтобы не упустить пойманную добычу. Роль такой корзинки и играют широкие защитные мембраны. Может быть, это и так, но уж о чем никто и подумать не мог, так это о том, что мембраны помогают кальмарам летать. А именно это отчетливо видно на прекрасной фотографии М. Иваан. Очевидно, кальмар, вылетая из воды, не только расправляет плавник, но одновременно изгибает дугой боковые руки и сокращает мембрану, так что она натягивается и почти закрывает пространство между растопыренными руками. Получается своеобразный пленчатый «голодный плавник». По расчетам А. Адзума, основанным на измерении прорисовок сфотографированных кальмаров, площадь этого «крыла» в 1,67 раза превышает площадь хвостового плавника. Таким образом, аэродинамическая поддерживающая сила оказывается приложенной



Слева — уланский кальмар, видны хорошо развитые защитные мембраны на мышечных «распорках». Справа — летающий кальмар; у него защитные мембраны развиты слабее, зато выступают хорошо развитые треугольные ручные плавнички.



# ЗАДАЧНИК КОНСТРУКТОРА

Задание на сей раз нетрадиционное. Дается не только сама задача, но и ее авторское решение. Надо, во-первых, установить, в чем его ошибочность (результаты своей экспертизы вы сможете сверить с ответом, который будет дан в № 10, 1982 г.). Во-вторых, попробуйте решить эту задачу предложив свою работоспособную конструкцию. Из читательских решений, которые следует направлять в редакцию не позднее 30 сентября с. г. (дата по почтовому штемпелю), будут отобраны наиболее интересные и помещены в № 12 журнала. Переписки по предложенным решениям журнал вести не будет.

## ЗАДАЧА

Резервуар периодически заполняется жидкостью через трубу 1. Превышение уровня А в резервуаре недопустимо (рис. 1). Предло-

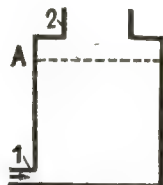


Рис. 1.

жите простое постоянно действующее автоматическое приспособление для слива избытка жидкости через горловину 2.

## АВТОРСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Предлагаемое приспособление представляет собой сифон 3. Концы его установлены в стаканах 4 и 5 с некоторым удалением от их дна. Приемный стакан 4 — открытый, а сливной 5 — закрыт плотно крышкой с горизонтальным патрубком 6. Этот патрубком способствует направленному сливу и слу-

жит для предварительного заполнения сифона 3 жидкостью (с помощью шланга и воронки). Сифон 3 в сборе крепят зажимом 7 к стенке горловины 2 с таким расчетом, чтобы стакан 4 погружился в резервуар до уровня А (рис. 2).

Заполненные жидкостью стаканы 4 и 5 служат статически уравновешенными затворами жидкости в сифоне 3. Если жидкость в резервуаре превысит уровень А на какой-то уровень Б, то разница уровней [Б—А] заставит автоматически включиться сифон в работу, и избыток жидкости будет слит.

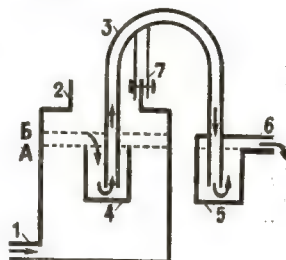


Рис. 2.

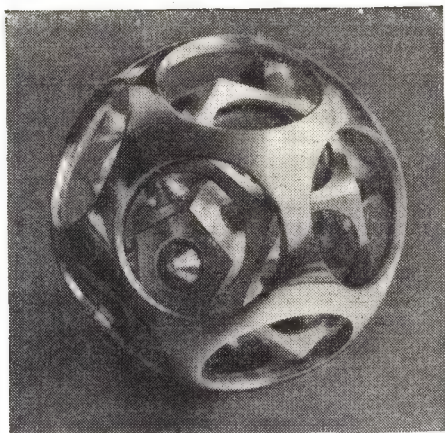
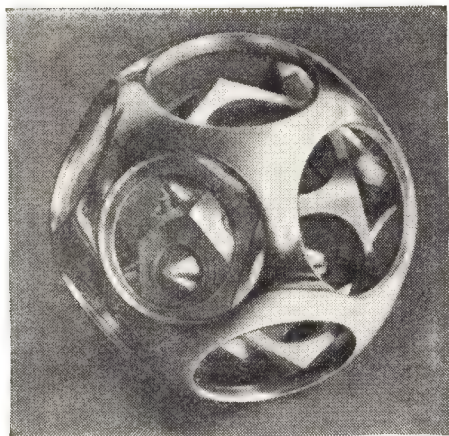
и в головной и в хвостовой части тела кальмара и полет получается устойчивым.

Теперь мы можем представить себе, как летают кальмары. Стайка испуганных хищником молодых кальмаров, обитающих близ поверхности воды, с места набирает максимальную скорость. Их руки плотно сложены конусом, щупальца вытянуты, плавник обернут вокруг хвостового конца мантии и плотно прижат к нему, кальмар движется реактивным способом, сопротивление трения снижено до минимума. Разогнавшись косо вверх, моллюски вылетают из воды. В этот момент они максимально расправляют плавники, растопыривают и изгибают руки и растягивают на них перепонку, внезапно превращаясь из «брошенного камня» в «бумажный самолетик». Скорость их при этом, естественно, резко возрастает — ведь воздух несравненно менее плотен, чем вода, — и достигает 9—12, может быть, даже 15 м/с, что сравнимо со скоростью полета летучих рыб. Но аэродинамика кальмара, конечно, хуже, чем у летучей рыбы, к тому же он не может маневрировать в воздухе, «ловя ветер», и дополнительно разогнаться в полете, опустив в воду самый кончик удлиненной нижней лопасти хвостового плавника, как это делают летучие рыбы (см.

«Наука и жизнь» № 4, 1982). Поэтому дальность полета кальмаров куда меньше, чем у летучих рыб. Но она вполне достаточна, чтобы дезориентировать хищника и спастись. Потеряв скорость, кальмар складывает плавник и руки, «клюет носом», входит в воду и продолжает плыть реактивным способом.

Но плот «Кон-Тики» атаковали не эти кальмары, а крючконосные, *Onychoteuthis banksi*, точнее, их молодь — тоже прославленные летуны. А у них перепонки на руках почти не развиты. Как же они сохраняют устойчивость в полете? Скорее всего они используют треугольные плавательные кили, «ручные плавнички», расположенные на наружных сторонах брюшно-боковых рук. Они есть у всех быстроплавающих кальмаров, а у крючконосных кальмаров очень хорошо развиты. При плавании в воде они выполняют функцию стабилизаторов, как хвостовое оперение зенитных ракет.

Возможно, они помогают и при полете, особенно в сочетании с гораздо более крупным, чем у уланского кальмара, хвостовым плавником. Если это так, то крючконосный кальмар в полете должен не растопыривать руки, а напротив, плотно складывать их.



Стереоснимок. Внутри шара — двенадцатигранник с отверстиями, а в нем двенадцатигранная остроконечная звезда.

## ШАР В ШАРЕ, КОЛЬЦО В КОЛЬЦЕ

В журнале «Наука и жизнь» № 9, 1981 г. была опубликована заметка «Додекаэдр в шаре». В ней рассказывалось о сложной, виртуозной работе, выполненной на токарном станке: из одной заготовки выточен шар с заключенным в него двенадцатигранником. На эту заметку откликнулся преподаватель Воронежского политехнического института Ф. П. Маликов. Он прислал в редакцию свои «токарные загадки» и рассказал, как ему удалось их изготовить.

**Ф. МАЛИКОВ (г. Воронеж).**

Далеко по свету разнеслась слава об индийских и китайских изделиях из слоновой кости. Особенно поражают виртуозностью обработки китайские резные шары, которые европейцы привозили в прошлом веке из Кантонского порта. Внутри шара с ажурно-рельефной поверхностью находились шары меньших размеров, тоже ажурные. Все они были изготовлены из одного куска кости. Такие изделия, получившие название «шар в шаре», делали в основном для вывоза за границу. Европейцы называли их «дьявольскими шарами».

Изготовление «шара в шаре» распадалось на восемь операций, выполняли их соответственно восемь мастеров. Работа над одним комплектом занимала около двух лет.

В начале шестидесятых годов токарь горьковского завода «Красное Сормово» И. Н. Годяев привез из Японии шар с заключенными внутри многогранниками. Ему подарили его японские рабочие в знак дружбы. Шар выточен из слоновой кости и разрисован цветными драконами. Целый год японские граверы выскребывали эти многогранники штихелями.

Московские токари С. П. Иванов, А. Д. Тюленев, В. Т. Копылов и другие разгадали секрет изготовления «шара в шаре» (мы будем так называть и многогранник в шаре) и стали точить их не из слоновой кости, а из более крепкого материала — латуни, затрачивая на работу не годы и месяцы, а всего лишь 3—5 часов (конечно, без украшения резьбой).

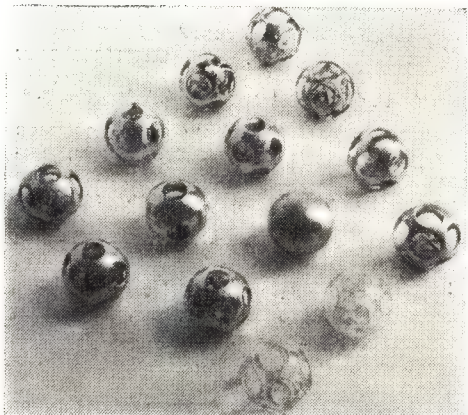
### ● РАЗВЛЕЧЕНИЯ НЕ БЕЗ ПОЛЬЗЫ

Каждый, кому попадает в руки «шар в шаре», не может остаться равнодушным к искусству мастеров-умельцев. А если вы вдобавок владеете токарным мастерством, вас так и тянет попробовать самому выточить хитроумные шары. Автору этих строк тоже довелось пройти такой путь. Хочу рассказать, что из этого получилось.

Один из моих знакомых, В. П. Дунаев, начальник технологической лаборатории Воронежского завода имени М. И. Калинина, показал однажды латунный шар, выточенный московскими токарями, и рассказал, как его изготовить. Работа токарей-виртуозов задела мое самолюбие, и в свободное время я встал за старенький токарный станок, чтобы попробовать свои силы. Изготовил больше десятка шаров и испытал при этом преогромное удовольствие. Ни один из шаров своими внутренними фигурами не был похож на другие. Одинаковыми были только начальные заготовки — шары диаметром 46 мм. Материал использовался разный: латунь марки ЛС 59-1, высокопрочный алюминиевый сплав марки В95, прозрачное оргстекло.

Над тем, как выполнить ту или иную операцию, приходилось не раз поломать голову. Взять хотя бы шар-заготовку. Она должна быть совершенно круглой с отклонениями диаметра не более 0,1 мм. Выточить такой шар совсем не просто. Потом на его поверхности надо разметить двенадцать отверстий. Значит, нужно придумать делительное устройство. Далее шар требуется закрепить в патроне — тоже проблема. Потом изготовить целый набор специальных резцов, с помощью которых вытачиваются





Тринадцать разных «шаров в шаре». В середине — шар-заготовка.

внутренние фигуры. И решить еще десятки и десятки задач, возникающих на каждом шагу.

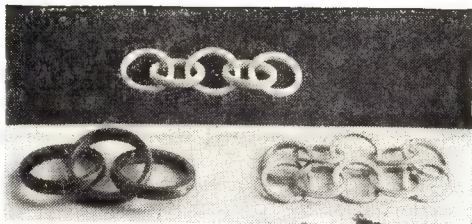
А сама работа на станке? От токаря требуются огромное терпение, точно рассчитанные движения. Резец подается вручную настолько малыми перемещениями, что стружка получается тончайшей, рассыпающейся в пальцах в порошок.

Чтобы не поломать резец, а он очень тонкий — сечение у вершины не превышает 1 мм<sup>2</sup>, — приходится применить немало ухищрений: подобрать скорость резания, уменьшить подачу, остро заточить лезвие, установить резец выше центра вращения детали, подавать смазочно-охлаждающую жидкость, все время удалять стружку и т. д.

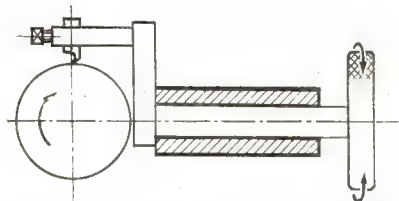
Даже опытные токари обычно задают вопрос: «А когда фигурки отрезают одну от другой, они начнут болтаться в шаре и могут поломать резец и покорректировать все внутри. Как тут быть?» Действительно, задача непростая. Для ее решения можно предложить два варианта: или закреплять отделяемые фигурки, или недорезать уголки-перемычки, оставив эту операцию на конец обработки. Наверное, возможны и другие приемы.

Не меньше любопытство, чем шар, вызывает другая загадка токарного мастерства — «кольцо в кольце». Это название выбрано по аналогии с «шаром в шаре», однако кольцо известно гораздо меньше. На фотографиях показаны отрезки цепи из трех, пяти колец и замкнутая цепь из десяти колец. Все они выточены на токарном станке из сплошного материала (фторопласт, латунь, алюминиевый сплав). Никаких разрезов, перемычек, сварки или пайки нет.

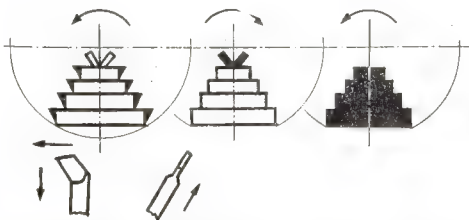
Мы не будем здесь рассказывать, как изготавливается «кольцо в кольце». Пусть читатели над этим подумают сами. Надеемся, что среди них найдутся мастеровые люди, которые знают и более замысловатые токарные загадки. Если будет желание поделиться опытом, присылайте свои творения.



«Кольцо в кольце». Каждая цепочка выточена из одной заготовки.

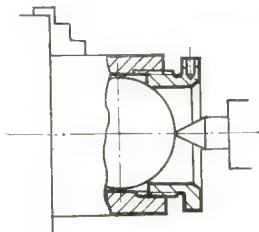


Шар-заготовка сначала точится грубо по шаблону, а затем обтачивается резцом в поворотной оправке, закрепляемой в резцедержателе станка. На рисунке штриховкой показана втулка, которая зажимается в резцедержателе.



Прежде чем обрабатывать «шар в шаре», необходимо рассчитать и вычертить на бумаге задуманные фигурки. Обработка выполняется двумя резцами и зенкерами. Инструмент подается в нужных направлениях — по оси и под углом (по лимбам суппорта и задней бабки). Одним резцом, напоминающим отрезной резец с одной передней режущей кромкой, обтачивают звездочки. Он подается под углом. Второй — расточной с двумя режущими кромками, расположенными спереди и под углом. Для обточки шаровой поверхности используется фасонный резец.

На рисунке — схема изготовления шара со звездочной и четырьмя додекаэдрами внутри. Черным цветом обозначен выбираемый металл.



Для обработки шар зажимается в приспособление, закрепляемое в кулачках токарного патрона. Оно представляет собой цилиндр со ступенчатым отверстием под диаметр шара. На наружную поверхность цилиндра навинчивается накидная гайка. Фигура в полости шара определяется числом отверстий. Например, для куба нужно 6 отверстий, для додекаэдра — 12 отверстий и т. д.

## «ПРОГОВОРИТЬ ДЫРКУ В ЖИВОТЕ» ИЛИ «ЗАГОВОРИТЬ ДО СМЕРТИ»

Часто можно услышать, что лодырь работает спустя рукава или бьет баклуши. Такие образные выражения, устойчивые сочетания слов в речи называют фразеологическими оборотами, или идиомами. Они встречаются не только в русском, но и во всех других языках.

В словаре Ожегова идиома определяется как оборот речи, не переводимый на другой язык. Между тем некоторые филологи считают, что в самых разных языках могут быть очень близкие, практически идентичные фразеологические обороты, переводимые почти дословно. Например, выражение «кровь с молоком» существует в русском, норвежском, итальянском языках (здесь оно звучит «молоко и кровь»).

Сами языки, как известно, могут быть по происхождению близкими (например, группа славянских языков) или далекими (для русского языка далекими являются монгольский, венгерский, турецкий, индонезийский), но идиомы в них могут быть одинаковыми.

Анализ фразеологических оборотов в разных языках народов мира показал, что существуют межъязыковые эквиваленты — выражения не только очень близкие по смыслу, но близкие и по строению и по стилистике фразы. Вот яркий пример: о людях, живущих в постоянной вражде, мы говорим, что они живут, как кошка с собакой. Буквально такое же выражение употребляется в близкородственных языках (украинском, белорусском, польском, чешском), в неблизкородственных языках (французском, английском, немецком,

шведском) и даже в языках очень далеких (венгерском, турецком, вьетнамском, индонезийском). Правда, в монгольском уже нет полного эквивалента, здесь говорят: «как волк с овцой».

Очевидно, такое единство в речи отражает способность людей, живущих в самых различных уголках земного шара, видеть окружающий мир одинаковым образом. Сходство идиоматических выражений основано на общности логического и образного мышления у людей.

Ученые считают, что тесные культурные связи между народами сближают даже очень далекие языки. Наше выражение «заговорить до полусмерти», которое означает замучить разговорами, имеет эквивалент в немецком языке, только там это — «проговорить дырку в животе»; так же выражаются и венгры, хотя венгерский и немецкий языки очень далеки по своему происхождению, но близость территорий, многовековое общение привели к общим идиомам.

Конечно, не надо забывать, что в каждом языке существует образная неповторимость, уникальная фразеология. Достаточно сравнить русское «отставной козы барабанщик», что означает пренебрежительное отношение к человеку, не заслуживающему никакого внимания, и французское, довольно близкое по смыслу выражение «горшок без ручек».

**Ю. СОЛОГУБ. К вопросу о совпадении фразеологических оборотов в различных языках. «Вопросы языкознания» № 2, 1982.**

## МУДРЫЙ ЛИДЕР

Птицы, обезьяны, волки, многие другие животные живут стаями, сообществами, где четко выделяется лидер, вожак стаи. Среди других животных устанавливается надолго довольно четкая иерархическая структура, которая и определяет взаимоотношения внутри данной группировки.

Очевидно, такая устойчивая система рангов выработалась веками эволюции. Социально-этологические факторы (этология — наука о поведении животных) объединяют членов стаи и в то же время несколько изолируют их от другой стаи, от других групп животных; они определяют поведение каждого индивидуума, его возможные миграции, «перебежки» в другие стаи. Тем самым эти отношения связаны с обменом генами внутри популяции животных и влияют на распространение тех или иных генетических признаков.

Как поддерживается иерархия в стае? Известно утверждение Дарвина, что важнейшую роль в поведении животных играет уровень их рассудочной деятельности, их способность улавливать простейшие за-

кономерности окружающей среды и строить в соответствии с этим свое поведение.

В настоящее время физиология животных располагает достаточно точными методами, которые позволяют ученым оценить «мудрость» того или иного животного. Один из тестов на элементарную рассудочную деятельность (опыты Л. В. Крушинского 50-х годов) определяет, насколько животное способно экстраполировать направление движения предмета, насколько оно способно «домыслить» траекторию, если видно было только начало движения. Классический пример: охотничья собака безошибочно направится к подстреленной утке даже в том случае, когда добыча при падении скрылась за деревьями и кустарником.

Очевидно, что даже среди животных одной стаи всегда найдутся более или менее способные к экстраполяции.

Эксперименты по определению элементарной рассудочной деятельности были проведены на беспородных крысах-самцах: им нужно было подбегать к кормушке (налево или направо), увидев только нача-



ло перемещения пищи. Пробежки животных оценивали так: правильные ответы во всех десяти опытах — + 10 баллов, все неправильные — —10 и соответственно три ошибки, семь удач — + 4 балла.

После оценки способностей животных, ранее не имевших контактов друг с другом, рассаживали по вольерам. В каждую экспериментальную группу включали 3—4 самцов и 2 самок. В течение нескольких недель исследователи наблюдали за поведением животных, за формированием рангов внутри группировки. При этом регистрировались агрессивные проявления (схватки, нападения, угрозы), половое поведение, реакция на постороннего самца.

По социальным рангам животных можно было разделить на доминантов, субдоминантов и подчиненных. Доминанты — это самые агрессивные самцы, они нападают на подчиненных и редко на субдоминантов. Субдоминанты никогда не нападают на доминантов, зато изредка проявляют агрессию к нижестоящим на иерархической лестнице. Последние, очевидно, ни на кого не осмеливаются нападать. Когда в клетку подсаживали «чужака», подчиненные избегали контактов с ним, а доминанты встречали его агрессивно.

Сравнив успеваемость в решении экстраполяционных задач с социальным рангом животного, ученые пришли к таким выводам. Все животные с высоким уровнем

рассудочной деятельности попали в элитарную группу — они стали либо доминантами, либо субдоминантами. С другой стороны, группа доминантов совсем не однородна, среди лидеров есть животные с высокими оценками (+ 10) и с совсем низкими — (— 3). Очевидно, у крыс для достижения высшего ранга агрессивность, сильный тип нервной системы, устойчивость к стрессам — наиболее важные качества.

Значит ли это, что способность к рассудочной деятельности всегда играет второстепенную роль при установлении иерархии отношений между животными? Совсем нет. Об этом говорят работы этологов с млекопитающими более высокого уровня развития, чем крысы. Исследования, проведенные на молодых волках, показали, что вожаки стаи, как правило, обладают лучшими способностями, у него более всех развито исследовательское поведение. У обезьян на передний план выступает по животное, которое способно быстро ориентироваться в новой ситуации.

**Л. КРУШИНСКАЯ, К. ЛЯПУНОВА, И. ДМИТРИЕВА, А. СУРОВ.** Способность к решению экстраполяционной задачи у самцов *Rattus Norvegicus*, занимающих различное ранговое положение в иерархической структуре группы. «Журнал общей биологии» № 1, 1982.

## МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ КАРЛОВЫХ ВАР

Карловы Вары — один из старейших европейских курортов. Минеральные воды этого района выходят на поверхность из гранитных пород. Известно, что такие породы очень устойчивы и подземные воды практически не выщелачивают их. Между тем минеральные воды Карловых Вар отличаются высоким содержанием солей и углекислоты. Самый мощный из источников — Вржигло имеет высокий дебит, каждую секунду он поставляет на поверхность 35 литров воды, температура которой достигает 72,8°С.

Все эти особенности карловарских вод дали повод геохимикам относить их к «ювенильным» источникам, то есть «молодым» подземным водам. Поступают они на поверхность из глубинных слоев земли, из мантии. Обычно выход мантийных пород и газов на поверхность бывает связан с активной вулканической деятельностью, с извержением магмы. Такие процессы совсем не характерны для района Рудных гор Богемского массива, где расположены карловарские термы.

Представление о ювенильности термальных вод в Карловых Варах до сих пор оставалось предметом дискуссии. Новейшие методы изотопной геохимии позволили во многом прояснить этот спорный вопрос. В последние годы геохимики считают одним из основных показателей «молодости» тех или иных пород, вод или газов присутствие в них мантийного гелия. Не нужно думать, что это какой-то особенный гелий;

мантийный гелий отличается лишь соотношением изотопов. Соотношение между двумя стабильными изотопами гелия — гелием 3 и гелием 4 — может быть своеобразной генетической меткой пород.

«Тяжелого» гелия — изотопа с атомным весом 4 — всегда много больше, чем «легкого», с атомным весом 3. В атмосфере земли «тяжелого» изотопа больше в миллионы раз. В земной коре его больше уже почти в миллиард раз: здесь непрерывный распад урана, тория и других радиоактивных элементов служит постоянным источником гелия 4. Меньше всего «тяжелого» гелия в мантии, в глубинных слоях планеты содержание его превышает содержание гелия 3 только в сто тысяч раз.

Геохимики исследовали изотопный состав гелия из карловарских источников и пришли к следующим выводам. Во всех исследованных объектах содержание гелия в 3 раза выше, чем это должно быть для земной коры, но оно оказалось несколько ниже, чем для вещества мантии. Очевидно, ранее на территории Богемского массива происходило поступление вещества мантии в кору, в литосферу Земли. Однако первоначальная изотопная метка в наше время оказывается уже несколько «стертой».

**Б. ПОЛЯК, Э. ПРАСОЛОВ, В. ЧЕРМАК.** Мантийный гелий в «ювенильных» флюидах и природа геотермической аномалии Рудных гор [СССР]. «Доклады АН СССР, геохимия», том 263, № 3, 1982.

## О т к л и к и

В журнале «Наука и жизнь» (№ 10, 1981 г.) в разделе БИНТИ помещена заметка «Электроосмос на стройплощадке». Мне бы хотелось дополнить ее существенными сведениями по истории открытия электроосмоса и применения его в строительстве и других отраслях народного хозяйства.

Приоритет в открытии электроосмоса — передвижения жидкостей в капиллярах под действием приложенного к капилляру напряжения — принадлежит

отечественной науке. Это явление было открыто в 1808 году профессором Московского университета Ф. Ф. Рейшем. На практике к нему обратились лишь через 70—80 лет, оно было использовано для сушки торфа. Из пористого материала (в данном случае торфа) приложенным к нему электрическим напряжением выводили влагу. В 1937 году А. А. Власов и Н. А. Крылов применяли электроосмос для сушки древесины. Проводились работы по использованию его в коллоидной химии.

Начиная с 60-х годов нашего века электроосмос

применяли для осушки и укрепления грунтов при постройке зданий, борьбы с оползнями при строительстве плотин, для понижения уровня грунтовых вод. Разработаны специальные иглофильтры, использующиеся сейчас в строительстве. Теорией этого вопроса занимались А. В. Нетушил, Г. М. Ломидзе и Б. Ф. Рельтов. Эффект электроосмоса широко применяется в строительстве, для ремонта железнодорожного полотна и осушки зданий.

**Заслуженный изобретатель РСФСР, доктор технических наук, профессор А. РЕЙШ.**



## ОБ ОРИЕНТАЦИИ ПТИЦ ПРИ МИГРАЦИЯХ

Профессор В. АРАБАДЖИ (г. Тула).

Некоторые особенности миграций птиц были известны еще в древности: в Древней Греции северные

### ● Г И П О Т Е З Ы, ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, ДОГАДКИ

ветры назывались «птичьими», именно с этими ветрами в Грецию прилетали зимовать птицы. В Эстонии Млечный Путь назывался еще и «птичьим путем»: согласно преданиям, птицы находили дорогу в ночное

время по этой сияющей на небе полосе.

Многочисленными экспериментами установлено, что в ясную погоду при дальних перелетах птицы ориентируются по Солнцу, Луне и звездам, в меньшей мере по наземным ориентирам (долинам рек, снеговым линиям гор и прочему). Влияние магнитного и электрического полей планеты пока четко не установлено. Вместе с тем нередко птицы (как, например, полярные крачки, кроншнепы и кайры) совершают длительные перелеты под облаками над морем во время пониженной видимости и даже в тумане и не могут использовать астрономические или наземные ориентиры. Для объяснения ориентации птиц в подобных условиях необходимы дальнейшие исследования.

Можно предположить, что на ориентацию птиц при миграциях влияют инфразвуковые колебания, исходящие от полярных сияний и областей плохой погоды (циклонов и резких фронтальных разделов воздушных масс). Известно, что чайки, воспринимая инфразвуковые колебания от центральных участков циклонов, проявляют повышенное беспокойство, мечутся перед бурей. Еще во время первой мировой войны было замечено, что по-



пугай и фазаны, воспринимаемая инфразвуковые колебания от находящихся далеко за пределами видимого горизонта самолетов, а также от удаленной артиллерийской канонады, обнаруживали при этом признаки явной тревоги.

Постоянно действующие источники инфразвуков на нашей планете — мощные водопады. Однако они создают высокочастотные инфразвуки, которые распространяются на сравнительно небольшие расстояния.

Наряду с ними имеются и мощные источники низкочастотных инфразвуков сезонного характера, которые связаны с погодой и с солнечной деятельностью. Эти инфразвуковые колебания сохраняют высокую интенсивность на расстояниях в сотни и тысячи километров. К ним относятся полярные сияния («авроральные электроструи»), которые создают в районе полярной шапки планеты аку-

стические колебания (в диапазоне частот  $1-10^{-2}$  герц с амплитудой  $1-10$  бар, инфразвуки с амплитудой  $1-10$  бар в диапазоне частот  $0,1-0,3$  герц), возбуждаемые регулярным поднятием и опусканием поверхности морей и океанов при волнении («голос моря»). А также мощные инфразвуковые колебания в диапазоне частот  $10^{-2}-20$  герц, возникающие при образовании и развитии циклонов.

За счет этих источников создается основное инфразвуковое поле в атмосфере. Есть ориентировочные оценки фоновой интенсивности инфразвуковых колебаний в атмосфере вдали от источников (для сельской местности без индустриальных шумов) относительно уровня давления  $2 \cdot 10^{-4}$  бар. Наиболее высокочастотные инфразвуки ( $2-18$  герц) имеют интенсивность  $60-70$  децибелов, интенсивность же инфразвуков с частотами поряд-

ка  $10^{-3}$  герц —  $100-110$  децибелов. Затухание инфразвуковых волн, распространяющихся в атмосфере вдоль земной поверхности, незначительно: на частоте  $10$  герц оно составляет лишь  $2$  децибела на  $1000$  километров, для более низких частот оно уменьшается с частотой по квадратичному закону.

Приведенные ориентировочные оценки инфразвукового поля в атмосфере дают основание для вывода о возможном воздействии инфразвуковых колебаний на жизнедеятельность птиц. О том, что в связи с этим мигрирующие птицы могут ориентироваться как по инфразвуковому полю, создаваемому полярными сияниями (общепланетный ориентир), так и с помощью инфразвуковых колебаний, возникающих при волнении морей и океанов и в результате циклонической деятельности.

## ● КОММЕНТАРИЙ

Ориентация мигрирующих птиц — одна из наиболее удивительных загадок природы и одна из самых старых проблем, которой занимаются биологи. Миграция птиц интересовался еще Аристотель (300 годы до н. э.), а средневековые трактаты о птицах содержат и описание перелетов — например, замечательная книга Фридриха П. Гогенштауфена (1247 год н. э.). Позднее о перелетах писали Линней и Бюффон и другие ученые, в том числе и наши соотечественники.

Ориентация птиц по-прежнему волнует ученых и инженеров, и, увы, ни те, ни другие все еще не могут сказать, что загадка разрешена и все тайны ориентации птиц раскрыты. Экспериментальные работы ведутся полным ходом в крупнейших научных учреждениях мира — Корнеллском университете США, Тюбингенском и Франкфуртском университетах (ФРГ) и ряде других. В нашей стране этим занимаются орнитологи Зоологического института и

## УДИВИТЕЛЬНАЯ ЗАГАДКА ПРИРОДЫ

Заведующий лабораторией ориентации птиц Института эволюционной морфологии и экологии животных имени А. Н. Северцова АН СССР профессор В. ИЛЬИЧЕВ.

Института эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР, Института биологии АН Латвийской ССР, Московского, Киевского и Ленинградского университетов.

Благодаря усилиям ученых гора фактов непрерывно растет, и, обдумывая их, орнитологи все чаще обращаются за советами к физикам. Впрочем, и сами физики все чаще интересуются ориентацией птиц. Гипотеза ориентации птиц по инфразвуку высказана не орнитологом, а представителем именно этой науки. Она основана на измерении частоты и интенсивности инфразвуков, излучаемых природными источниками и сопровождающих естественные процессы, протекающие на нашей планете. Автор гипотезы профессор В. Арабаджи полагает, что птицы способны воспринимать эти инфразвуки или

непосредственно с помощью своих органов чувств, или же инфразвуки каким-то образом влияют на поведение мигрирующих птиц.

Надо сказать, что восприятие птицами инфразвука уже доказано орнитологами экспериментально (доклад на эту тему был сделан американскими учеными на XVII Международном орнитологическом конгрессе в Западном Берлине в 1978 году), и, таким образом, эта позиция гипотезы уже имеет и какое-то основание.

Известно о нарушениях в поведении птиц, выражающихся в сильном беспокойстве и панической реакции под действием инфразвуковых колебаний. Таким образом, высказанное предположение может быть включено со всеми полагающимися при этом оговорками в арсенал гипотез ориентации.

Отмечая этот факт, мы подчеркиваем особое значение гипотез в разработке проблемы ориентации птиц. Трудно найти другую область орнитологии, в которой существовало бы столько гипотез. В настоящее время их число, считая с модификациями, достигает 50, и этот поток пока еще не иссякает. Наши отечественные ученые до сих пор проявляли несколько большую сдержанность в выдвижении гипотез по сравнению со своими зарубежными коллегами, хотя первая, магнитная гипотеза ориентации была высказана академиком А. Миддендорфом еще в 1855 году.

Гипотезы появляются, обсуждаются, иногда забываются, иногда возрождаются

уже на основании новых научных открытий, создавая особое «гипотезное» направление в разработке проблемы ориентации. Одни из гипотез после такой предварительной проработки допускаются к экспериментальной проверке, тогда как другие так и не покидают теоретического русла, о них вспоминают лишь тогда, когда появляются новые факты.

Гипотезы неравнозначны, и наиболее важные позиции среди них занимает гипотеза астроориентации, предполагающая использование Солнца и звезд, и гипотеза магнитной ориентации, основанная на возможном восприятии птицами магнитных полей планеты. Однако и здесь мы не можем

отдать явное предпочтение какой-либо одной из них без того, чтобы не вспомнить о тех отрицательных результатах, которые также существуют в архиве каждой, даже самой правдоподобной. Наверное, будет более правильным считать, что птицы используют в разных обстоятельствах разные ориентиры, воспринимаемые разными органами чувств, и ориентация обслушивается сложной системой, составленной из многих компонентов, подменяющих или дополняющих друг друга. Если принять это положение, станет понятной и противоречивость экспериментального материала и окажется правомочным одновременное существование многих гипотез ориентации.

Летом на берегу Бухтарминского водохранилища я снял вот такую странную ящерицу — с двумя хвостами. Как часто встречаются двуххвостые ящерицы! Чем это можно объяснить!

В. Сергиенко,  
г. Усть-Каменогорск.

Среди ящериц очень распространена способность отбрасывать хвост, так называемая аутоотомия (в переводе с древнегреческого аутоотомия — «самоотрезание»). Это одно из главных для ящерицы средств защиты: в зубах или лапах хищника остается хвост, а сама ящерица спасается бегством.

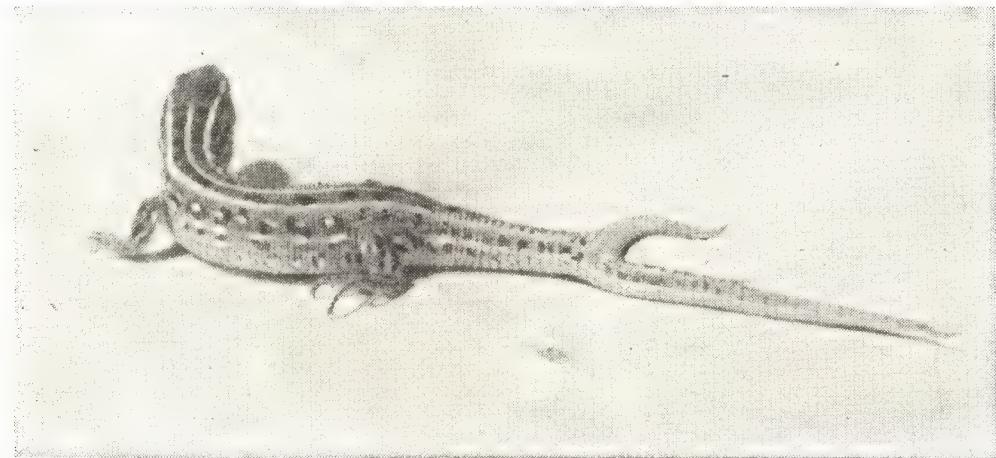
## ДВУХХВОСТАЯ ЯЩЕРИЦА

В одном из позвонков ее хвоста есть «слабое место», нечто вроде линии пунктирных проколов в блокноте там, где листки прикреплены к корешку. Мышцы схваченного хвоста мощно сокращаются, и он отрывается по этой ослабленной линии. Операция для ящерицы почти безболезненная. Хвост еще некоторое время извивается, отвлекая внимание хищника. У ряда способных к аутоотомии видов хвост очень ярко окрашен, а сама ящерица куда более скромной расцветки, что и позволяет ей быстро скрыться. Через некоторое время хвост отрастает вновь.

Двуххвостые ящерицы встречаются не так уж редко. В таких случаях аутоотомия по какой-то причине не завершилась (возможно, хвост был схвачен не сильно), но все же ткани получили толчок к росту. И появился второй, короткий хвостик.

Это явление встречается и у других животных, способных к регенерации частей тела. Например, попадают морские звезды с небольшим лишним лучом, который вырос в результате заживления раны у основания одного из лучей.

И. ЕЛИЗАРОВА,  
биолог.





Раздел ведут заслуженный работник культуры РСФСР З. ЛЮСТРОВА, доктор филологических наук Л. СКВОРЦОВ, доктор филологических наук В. ДЕРЯГИН.

## Семинар по русскому языку

# КАК ПРАВИЛЬНО?

### КАК НАДО ГОВОРИТЬ: ПРОВЕСТИ ОПЕРАЦИЮ ИЛИ ПРОИЗВЕСТИ ОПЕРАЦИЮ?

Глаголы одного корня **провести** и **произвести** — многозначные слова. В современном русском языке некоторые их значения близки, что отражается и толковыми словарями. Так одно из значений глагола **провести** — это «выполнять, осуществить, произвести», например, **провести ремонтные работы**.

В одном из своих значений глагол **произвести** — это тоже «сделать, выполнить, устроить что-нибудь», например, **произвести ремонтные работы**.

Вместе с тем в употреблении этих однокоренных слов есть известные различия.

Если глагол **провести (проводить)** сохраняет смысловые и словообразовательные связи со словами **вести (водить)**, то в глаголе **произвести (производить)** таких прямых связей уже нет: скорее они объединяются по смыслу и структуре с такими словами, как **производство, произведение** и т. д.

В современном русском литературном языке глаголы **проводить** и **производить** могут взаимозаменяться в некоторых устойчивых сочетаниях там, где традиционно употреблялось только слово **производить**. Например, одинаково правильно: **провести следствие** и **произвести следствие; провести допрос** и **произвести допрос; произвести подпись** и **провести подпись**. Правда, почти во всех таких случаях глагол **произвести** сохраняет известный оттенок официаль-

ности, книжности и чаще применяется в таких жанрах деловой речи, как служебная документация, официальный доклад, отчет, приказ или распоряжение.

В некоторых сочетаниях мы употребляем только глагол **провести**, например: **провести собрание; провести семинар** или **диспут; провести смотр, конкурс**. Общее значение этих сочетаний — «организовать, осуществить». В других словосочетаниях предпочтительнее оказывается глагол **произвести**, например: **произвести приятное (или неприятное) впечатление; произвести переполох, произвести фурор** и некоторые другие. Общее их значение несколько иное: «вызвать, выявить что-нибудь (то, что названо существительными)».

Что касается употребления глаголов **произвести** и **провести** в сочетаниях со словом **операция**, то здесь все зависит от разных значений этого существительного. Если речь идет о боевых действиях или о хирургическом вмешательстве, то надо употребить глагол **провести**. Например, **провести наступательную операцию** или **успешно провести операцию на сердце**. В тех же случаях, когда мы говорим о действиях в ряду подобных, связанных с официальными подсчетами, перечислениями, почтовыми отправлениями или мысленными расчетами, то чаще употребляем глагол **произвести**. Например: **произвести банковскую операцию** (т. е. расчет, вклад), **произвести почтовую операцию** (т. е. перевод, пересылку), **произвести операцию в уме** (т. е. подсчет, вычисление) и т. п.

У эфирных масел есть недостаток. Они выделяются не только через легкие, но и через почки, вызывая их раздражение. Поэтому при нефрите их прием противопоказан.

Есть еще одна большая группа веществ растительного происхождения. Попадая в желудок, они вызывают часто легкую тошноту. Это знакомое всем и в общем-то неприятное состояние сопровождается, как это ни странно, весьма полезными для организма изменениями: бронхи расширяются, реснички усиливают работу и железы выделяют жидкую слизь.

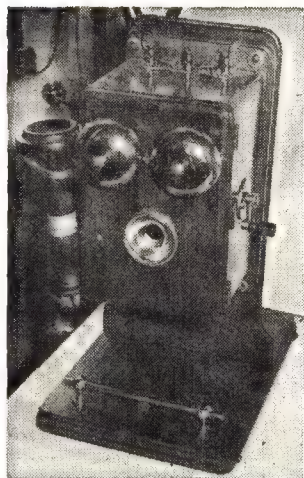
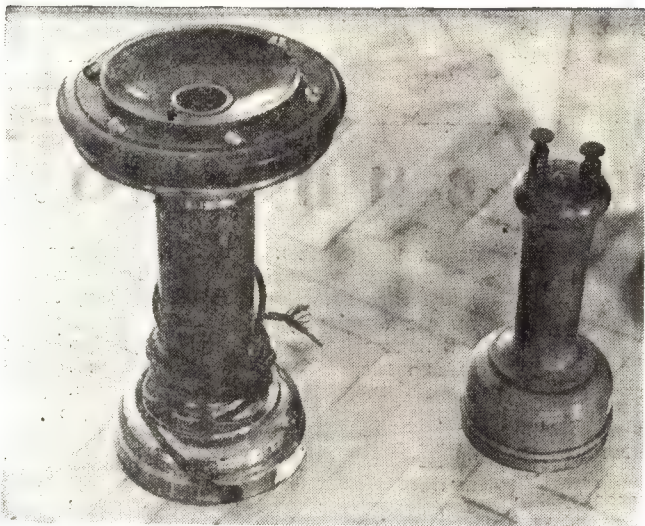
Первым препаратом этой группы в истории фармакологии был отвар из кор-

ней южноамериканского растения ипекакуана. В нем содержится алкалоид эметин, являющийся сильным рвотным средством. Отвар этот сильнодействующий, и его можно получить только по рецепту врача. Заменяют ипекакуану многочисленные растения, содержащие сапонины («сапо» — по-латыни «мыло»). Эти вещества тоже раздражают слизистую желудка и вызывают тошноту, но менее ядовиты. Наиболее популярна трава мышатника (термопсиса). Она применяется не только в виде настоев, но и в таблетках в смеси с содой («отхаркивающие таблетки»). Естественно, что препараты этой группы не следует прини-

мать людям с больным желудком. Да и здоровым длительный прием не рекомендуется: аппетит пропадает, развивается тяжесть в желудке.

Итак, будем относиться к кашлю без ненависти и пренебрежения. В случае необходимости ему нужно даже помочь. Выбор средств, даже среди тех, которые доступны без рецепта, очень велик. Любители траволечения могут летом позаботиться о запасах собственного растительного сырья. Однако все перечисленные травы можно купить в аптеках. Как и во всех случаях, лекарства должны быть подобраны индивидуально после совета с врачом.





1

2

## СТАРИННЫЕ ТЕЛЕФОНЫ

Несколько больше ста лет прошло с тех пор, как в трубке, приставленной к уху, зазвучал живой человеческий голос. Трубку эту,

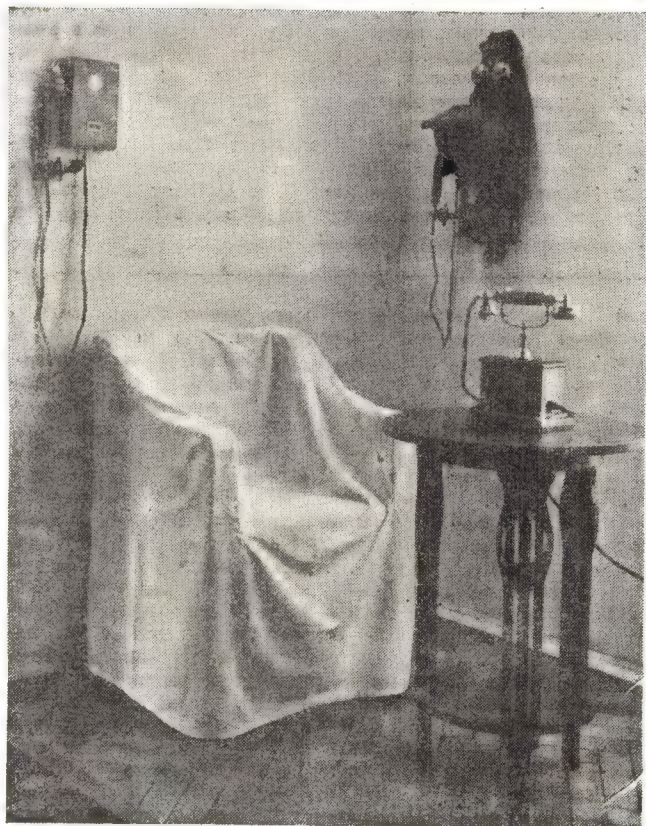
«прапрабабку» разнообразных современных телефонных аппаратов, сконструировал американский изобретатель А. Г. Белл в

1876 году. И теперь невозможно представить себе жизнь без телефона. Он связал людей, разделенных десятками тысяч километров. Он облегчил многим родителям контроль и воспитание своих отпрысков. Он... впрочем, каждый прекрасно знает, что такое в наше время телефон.

Тем интереснее познакомиться с коллекцией старинных телефонов, демонстрируемой в отделе радиоэлектроники и электросвязи Политехнического музея.

Особое место в коллекции занимают средства связи, которыми пользовался Владимир Ильич Ленин. С марта 1918 года рядом с кабинетом Ленина в Кремле находилась комната связи, «Верхний коммутатор Кремля» (на 100 номеров). Отсюда Владимир Ильич связывался с городами и фронтами молодой Советской республики. В экспозиции музея воссоздан интерьер комнаты связи и телефонные аппараты, подобные тем, что были установлены 64 года назад на переговорной станции в Кремле.

«Верхний коммутатор Кремля». 1918 год. (Манет).



НАУКА И ЖИЗНЬ

МУЗЕЙ



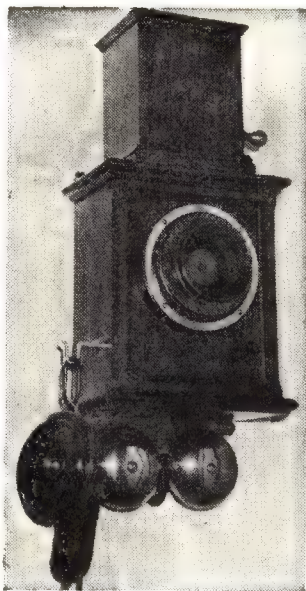
Трубка Белла образца 1878 года (подлинник). Две клеммы соединялись проводком. Никаких вызывных устройств, никаких станций тогда еще, естественно, не было. Слева — телефонная трубка «Сименса» (тоже подлинник). Чтобы не покупать патент у Белла, владелец чуть видоизменил ее конструкцию (1).

Многополюсный телефонный аппарат (трубка) русского инженера П. М. Голубицкого (макет; подлинник телефона находится в Музее связи в Ленинграде). Трубка Голубицкого обеспечивала более чистое звучание (2).

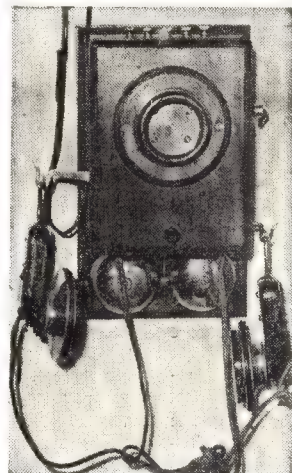
Коллекция телефонных аппаратов конца XIX века, выпускавшихся русскими филиалами акционерных обществ «Сименс» и «Эриксон» (3, 4, 5, 6).

Телефонные аппараты начала XX века. Выполнялись по индивидуальным заказам. Во внешнем их оформлении, как видно на фотографиях, проявлялись разнообразные вкусы заказчиков (7, 8, 9).

Общее увлечение стариной, наблюдаемое сегодня, отразилось и на внешнем оформлении современных телефонных аппаратов. На снимке: аппарат «Ретро», выпускаемый рижским заводом «ВЭФ» (10).

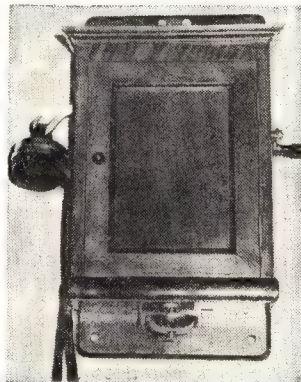


4

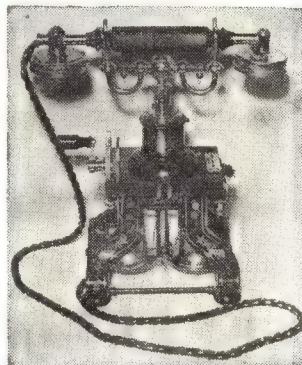


5

6



7

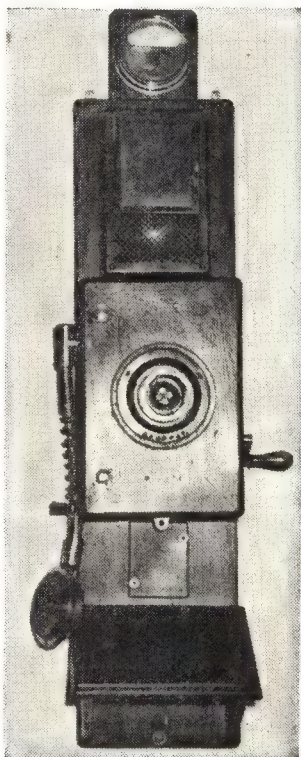
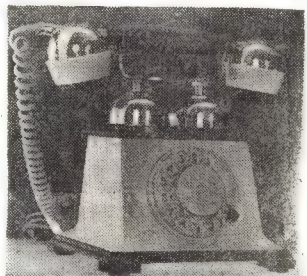


8



9

10



3





## ПОЕДИНОК ЖИЗНИ И ХОЛОДА

**У**ченые почти единодушны в том, что колыбель *Noto sapiens* располагалась где-то в Африке, и поэтому, наверное, мы очень плохо вооружены природой для борьбы с холодом.

Лучше всего человек без одежды чувствует себя при температуре 25 градусов. Стоит ей упасть на десять градусов, и мы начинаем страдать от переохлаждения. Тепло охватывает непроизвольная дрожь: мускулатура очень быстро сокращается и расслабляется, чтобы выработать дополнительное тепло. Таким способом организм может утроить выделение тепла. Но при недостатке теплозащиты — то есть одежды — энергия рассеивается очень быстро и долго выдерживать человек не может.

Тщетна также попытка организма улучшить теплозащиту с помощью «гусиной кожи»: она должна была бы поднять покров из шерсти или перьев, но у человека нет ни того, ни другого. Словом, за счет внутренних резервов человек долго противостоять холоду не способен. Оказавшись на сорокоградусном морозе без одежды, он погибает через пятнадцать минут.

Холод унес немало человеческих жизней. За всю историю ни одна катастрофа на мо-

ре, в воздухе или на суше не сопровождалась таким числом жертв, как гибель «Титаника». Из 2207 пассажиров и членов экипажа только 711 смогли перейти с тонущего судна в шлюпки — их было мало. Остальные вынуждены были прыгать в воду в пробковых поясах. Из этих полутора тысяч человек, наверное, большинство было бы спасено судами, подошедшими через несколько часов к месту катастрофы. Стоял полнейший штиль, корабль ушел под воду, словно скользя носом вперед по наклонной плоскости, не оставив после себя губительных воронок. Казалось, океан был милостив к потерпевшим крушение. Но уже спустя полчаса пробковые пояса держали на воде трупы: люди не выдержали ее холода.

Недавно, в феврале 1982 года, в тех же водах шторм опрокинул буровую платформу «Оушн рейнджер». Команда буровой успела на трех шлюпках покинуть ее, но тут же оказалась в воде: волны перевернули лодки. Температура воды была ноль градусов, и все 84 человека погибли, и это несмотря на спасательные жилеты и теплоизоляционные костюмы, в которые многие были одеты.

Даже эскимосы и другие народы Крайнего Севера, живущие многие тысячелетия в этом суровом крае, очень мало приспособились к холоду окружающей среды. Правда,



некоторые сдвиги в их физиологии все же произошли: у северных народов более ускоренный обмен веществ, а потому они могут вырабатывать больше внутреннего тепла. Антропометрические измерения показывают что, например, у эскимосов руки и ноги имеют меньшие размеры (то есть поверхность), и поэтому через них теряется меньше тепла. На холоде у северных людей сильнее расширяются кровеносные сосуды, — так создается на периферии тела тепловая защита внутренних органов. Но решающий фактор, позволивший людям жить в среде, где температура порой опускается до  $-60^{\circ}\text{C}$ , — это образ жизни.

В приполярных районах уже давно научились строить жилища с чрезвычайно высокими теплоизолирующими свойствами. Исследования историков показывают, что еще в XVI веке эскимосы сооружали жилища с фундаментом из камня и костей кита, стены — из китовых ребер и челюстей. Сверху каркас покрывали тюленьими шкурами, потом сеном и снова шкурами. Длинный, низкий туннель служил входом в дом. Он шел из дома под уклон, что позволяло проникнуть внутрь жилища лишь такому количеству воздуха, какое люди выпускали из дома наружу через регулируемый клапан в верхней части строзиния. Стояло в таком доме зажечь жировые лампы, и его обитатели могли в самую холодную пору обнажать тело до пояса.

Когда не оказывалось камня, шкур и другого строительного материала, жилище возводилось из снега — иглу. Для такого строительства применялся особый вид снега — мелкозернистый, хорошо спрессованный сильными ветрами; он обладает высокой прочностью, а благодаря включенным воздушным пузырькам — и хорошими теплоизоляционными свойствами. Кстати, жители арктических широт различают более сотни разновидностей снега — по его прочности и другим свойствам.

Заметим, что такой жизнь в этих местах была в прошлом, и не столь уж далеком. Ныне с приходом на Крайний Север техники, совершенных строительных материалов, синтетики защита от холода становится задачей все более простой.

**З**верей природа от рождения наградила приспособлениями для противоборства холоду. Одни имеют шерсть, другие — толстый жировой слой, третьи — оперение. Благодаря таким теплоизоляторам животные могут поддерживать относительно высокую температуру своего тела, обеспечивающую работоспособность их мускулов, быструю реакцию нервной системы.

Например, особенность меха карibu — разновидности мелких тундровых оленей — в том, что у него концы волосков имеют утолщения и поэтому, смыкаясь, сохраняют между наружным слоем меха и кожным покровом значительное количество воздуха — хорошего изолятора. Кроме того, каждый из волосков имеет внутри пустоту, он как запаянная с одного конца трубочка. Это также способствует теплозащите.



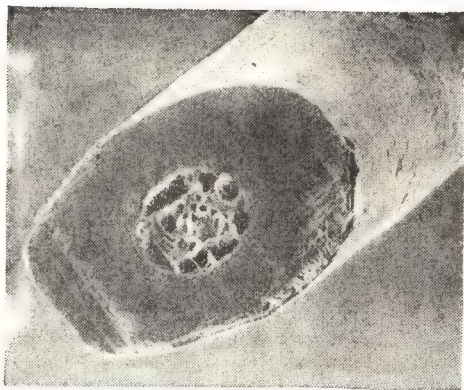
Многие животные самой природой великолепно приспособлены к жизни в холоде.



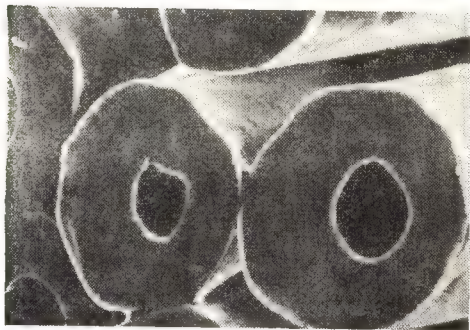
Этапы строительства иглу, которую возводят из снежных блоков: человек вынужден защищать себя от холода одеждой и стенами жилища.

Еще одно арктическое животное — белый медведь имеет мех, также состоящий из пустотелых волосков, благодаря которым ему не страшны никакие морозы. Такие воздушные каналы однажды стали причиной странного события в одном из зоопарков: мех тамошнего белого медведя вдруг позеленел. Никакими моющими средствами не удавалось смыть зеленую краску. Лишь когда под микроскопом рассмотрели разрез зеленого волоска, обнаружили, что во-





Разрез волоска меха белого медведя (снимок сделан под микроскопом) обнаруживает канал, проходящий через волос. По этому принципу создано синтетическое волокно, которое по своим теплозащитным качествам не только не уступает медвежьему меху, но даже превосходит его (фото внизу).



лосок вдоль оси имеет канал, и в нем поселились зеленые водоросли. Просвечивая через стенки волоса, эти водоросли и придали необычный цвет медвежьей шерсти.

Изучение эволюции животного мира показывает, что лучшими шансами в борьбе за существование обладали животные, способные с меньшими потерями поддерживать температуру в интервале 35—40 градусов. Ранние формы жизни не имели средств для сохранения постоянной температуры организма. Поэтому, например, тела рыб, насекомых и многих других животных принимают температуру окружающей среды.

Некоторые животные обладают способностью в одно и то же время использовать оба пути; часть организма принимает температуру среды, другая имеет постоянную высокую температуру. Например, у тунца — единственной в этом отношении рыбы — сердце и жабры имеют температуру окружающей воды, а мускулатура нагрета на 21 градус выше. Благодаря этому она обладает очень высокой работоспособностью, и тунец способен развивать в воде скорость до 80 километров в час, столько же, сколько атомная подводная лодка. В отличие от других рыб, которые «сбрасывают» излишки тепла через омываемые водой жабры, тунец снабжен своего рода теплообменником. На пути от мускулов к жабрам нагретая

венозная кровь попадает в пучок тончайших кровеносных сосудов, соседствующих с такими же тонкими сосудами, несущими охлажденную артериальную кровь от жабер к мускулатуре. Здесь тепло, содержащееся в венозной крови, передается крови артериальной. Таким образом, тепло не доходит до жабер, а возвращается вновь к мускулатуре.

Такой же принцип теплообмена используют водяные птицы полярных морей — чайки, утки пингины, — у которых через их лапки, находящиеся в холодной воде, может теряться очень много тепла. На пути крови от сердца к лапкам также стоит живой теплообменник, напоминающий бойлер в доме, согреваемый водой ТЭЦ.

Некоторые млекопитающие решают свои энергетические проблемы, приспособляя свой температурный режим к условиям окружающей среды. В холодное время года, зимой, когда для многих зверей неизбежен голод, то есть невозможно постоянно пополнять запасы энергии, они впадают в зимнюю спячку, характеризуюсь сильным снижением температуры тела.

Большинство этих животных оказываются в состоянии, похожем на полное прекращение жизнедеятельности. Чтобы сократить площадь поверхности испускающей тепло, они свертываются в клубок. Температура тела с наступлением холодов опускается почти до нуля. Сердце делает примерно один удар в минуту. Почти приостанавливаются дыхание и обмен веществ.

Медведицы, однако, не могут проспать всю зиму без перерыва. Как правило, раз в два года в январе самка приносит потомство — два-три медвежонка. Разрешившись, она засыпает снова, но время от времени просыпается, чтобы покормить и облизать малышей. К концу зимы она теряет до 40 процентов своего веса.

Для поддержания жизни во время спячки медведи расходуют исключительно запас жира, накопленный к концу осени. Мышечная ткань остается нетронутой, поэтому проснувшийся по весне медведь оказывается ничуть не ослабленным, а таким же сильным, как и в лучшую, сытую пору.

Но если медведь может проспать зиму только за счет запасов жира, многие более мелкие животные должны время от времени просыпаться, чтобы пополнить свой желудок из запасов, лежащих в норке, и очистить кишечник. Например, бурундуки просыпаются через каждые 15 дней, а летучие мыши — через месяц. Но механизм пробуждения пока еще непонятен. В моменты бодрствования такому зверьку необходимо полностью включать свои физиологические процессы. Для этого природа снабдила его особым аккумулятором энергии, помимо того, что служит животному для поддержания жизни во сне. Спящий хомяк, например, расходует запасы светлого жира, находящегося под кожей. В периоды короткого бодрствования его организм черпает энергию из запасов жира темного цвета, сосредоточенных на спине, груди и животе зверька.



**Энергетический обмен при зимней спячке у крупных животных падает примерно в десять раз, а у мелких — в 100 раз по сравнению с периодом летнего бодрствования.**

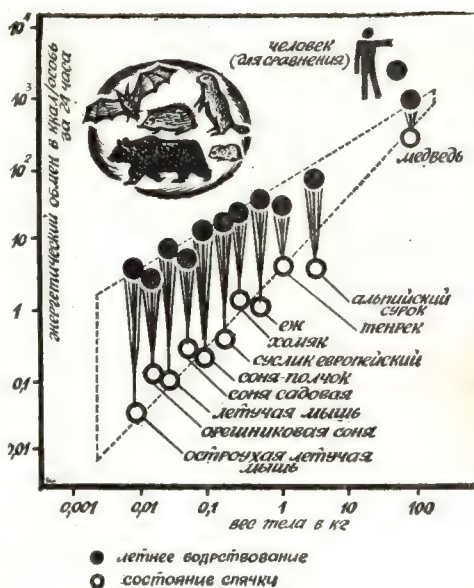
Феномен зимней спячки у животных уже давно представляет для ученых большой интерес и вместе с тем большую загадку. Лишь совсем недавно наука приблизилась к ее решению: из крови бурундуков, погруженных в зимний сон, было выделено вещество, способствующее погружению животных в долгий, крепкий сон. Это оказалось белковое соединение, действующее подобно гормону. Открывшие его исследователи назвали соединение hit (по начальным буквам английских слов: hibernation induction trigger). Предполагается, что эту субстанцию производит один из отделов головного мозга.

Когда ученые, проверяя эффективность соединения, вводили его в середине лета таким подвижным животным, как хомячки и летучие мыши, те неизменно впадали в глубокий и длительный сон.

Удивительным образом действует вещество на зверей, не засыпающих зимой вовсе, скажем, на обезьян. Когда сделали инъекцию hit обезьянам, у них возникли типичные симптомы зимней спячки: частота пульса снизилась вдвое, температура тела упала на несколько градусов. Если бы такие физиологические реакции возникли по какой-либо иной причине, животные могли бы погибнуть. На этот же раз, когда кончилось действие hit, обезьяны вновь чувствовали себя прекрасно.

Hit не только снижает уровень сердечной деятельности и температуру, но и защищает организм от последствий вмешательства холода в его физиологические функции. Кроликам ввели hit и посадили в холодильник. Они непременно погибли бы от холода, но благодаря присутствию в организме hit выжили.

Эта особенность вновь открытого вещества привлекла к нему интересы медиков. Прежде всего они рассчитывают с его помощью снижать температуру пациентов во время длительных тяжелых операций. Этот биохимический агент заменит собой современный громоздкий метод охлаждения организма, требующий прокачивания крови через холодильник и машину сердце — легкие. Несмотря на его сложность, этот способ хирурги очень ценят, так как он позволяет с помощью гипотермии снизить обмен веществ в тканях, в результате чего резко уменьшается потребность организма в кислороде и оказывается возможным даже прервать кровообращение, не рискуя повредить жизненно важные органы. Правда, всего на четыре-пять минут при условии, что температура организма снижена до 29 градусов. Вводя hit, можно освободить операционную от сложной техники и тем не менее понизить температуру тела пациента на более долгий срок и более глубоко. При этом деятельность важнейших органов может быть замедлена так же, как у животных, находящихся в зимней спячке.



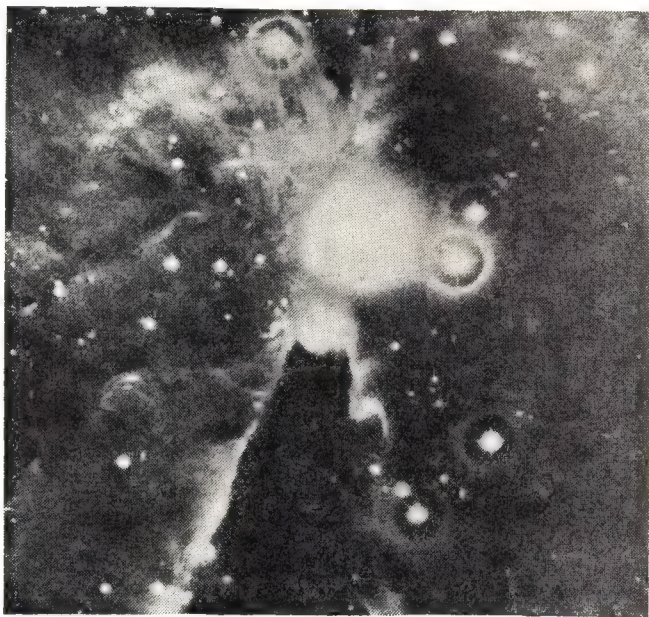
Другая привлекательная особенность hit: во время зимнего глубокого сна (благодаря присутствию этого вещества) животные оказываются надежно защищенными от действия возбуждающих болезней, они без ущерба для здоровья переносят высокие дозы радиоактивного облучения. У животных, имеющих злокачественные опухоли, во время спячки замедляется их рост. Вероятно, hit поможет снижать аппетит у людей, страдающих патологическим обжорством.

Однако, несмотря на открытие hit, зимняя спячка во многом еще остается загадкой. Каким образом у спящего животного функционируют нервная система и сердце, когда температура тела лишь на несколько градусов превышает нуль? Какой механизм побуждает мозг осенью выделять в кровь hit и как он исчезает весной, ведь в летнее время в крови нет никаких следов этого вещества?

Некоторые исследователи предполагают, что первопричиной здесь являются внешние условия — температура окружающей среды или продолжительность дня. Другие считают, что hit выделяется под воздействием «внутренних биологических часов» организма. Опыты в климатронах, где животные жили в различных, но постоянных условиях, показали, что независимо от состояния искусственной окружающей среды, с приходом настоящего зимнего времени за пределами камер зверьки погружались в сон.

Пока еще не удалось химически синтезировать hit, а до этого трудно говорить о медицинском его применении. Ученым остается пока лишь предвкушать те исключительные возможности в будущем, когда они получат синтетический препарат, действующий как природный hit.

Наконец, о формах жизни, великолепно защищенных от холода. Речь идет о мельчайших существах, способных переходить в состояние анабиоза. Хорошим примером здесь могут служить так называемые ти-



## МИКРОБЫ В КОСМОСЕ?

Любители научной фантастики, видимо, помнят переведенный у нас роман английского астрофизика Фреда Хойла «Черное облако». В книге шла речь о посещении Солнечной системы таинственным обитателем космических миров — огромным облаком, состоящим из взвешенных в пространстве органических соединений, которые сложились в настолько сложную систему, что облако стало живым и даже разумным.

Сейчас Хойл вместе со своим учеником, индийским

астрофизиком Чандра Викрамасингхом, выдвинул гипотезу, которая тоже могла бы послужить сюжетной основой для фантастического романа. Но они предпочли написать о ней две научные книги — «Облако жизни» и «Эволюция из Космоса», вышедшие недавно в Англии.

Около двадцати лет назад Хойл и Викрамасингх занялись проблемой космической пыли. Туманности, состоящие из пылевых частиц, закрывают свет, идущий от некоторых звезд. Какова природа этих огромных пы-

Темное газопылевое облако заслоняет от нас часть созвездия Единорога. Возможно, этот астрономический объект, находящийся в 3000 световых лет от Земли, создан микробами.

левых скоплений? На этот вопрос до сих пор нет однозначного ответа. Первоначально считалось, что пыль — это в основном кристаллики льда. Но тогда трудно объяснить их существование в относительно горячих районах космоса, вблизи крупных звезд. В 1962 году Хойл и его ученик предположили, что гранулы межзвездной пыли — это частицы графита, выброшенные из богатых углеродом гигантских звезд. Но оказалось, что графит «чернее», чем пыль. В тех местах, где пыль освещена ближайшими звездами, видно, что она неплохо, лучше, чем графит, отражает свет. Возможно, графитовые пылинки покрыты какими-то другими веществами? Такая теория получила широкое признание, но вскоре стало ясно: объяснить наблюдаемые свойства пыли, считая ее состоящей лишь из графитовых частиц, невозможно. Тогда была высказана мысль, что основным компонентом гранул пыли может быть полимеризованный формальдегид — одно из десятков органических соединений, найденных в дальнем космосе. Однако инфракрасный спектр полимеров формальдегида не совпадает со спектром поглощения космическими облаками звезд-

лоходки. Это беспозвоночные размером от десятой доли миллиметра до одного миллиметра. Тихоходки распространены всюду — в морях, пресных водоемах, в почве, во мху, пазухах растений. При высыхании они переходят в состояние анабиоза и могут находиться в нем годами. В этом состоянии их охлаждали до температуры всего на 0,008 градуса более высокой, чем абсолютный нуль. Они не пострадали от этого настолько; когда высохшие тела поместили в воду, тихоходки ожили.

Кстати, находясь в анабиозе, они показали себя нечувствительными и к нагреву до 150 градусов. На него они реагировали так же, как любой неорганический материал. Необыкновенную стойкость проявляют тихоходки при других воздействиях. На них

обрушивали рентгеновские лучи в колоссальной дозе — 870 000 рентген в течение 24 часов — тихоходки безболезненно ее перенесли. Ничего не изменило в их жизнеспособности и пребывание в вакууме.

Неудивительно, что к тихоходкам, их жизнестойкости было привлечено внимание исследователей. В пятидесятых годах польские ученые открыли, что тихоходки, находящиеся в стадии анабиоза, забирают кислород из окружающей среды.

Казалось, обнаружен скрытый обмен веществ. Однако позже выяснилось, что высохшие тела использовали кислород в химической, а не биохимической реакции. То есть явление было сходно с ржавлением железа или окислением масла, а не с физиологической реакцией, происходящей, напри-



ного света. Много времени было проведено в поисках другого правдоподобного кандидата на роль основного компонента пылевых облаков. И в 1977 году такой кандидат нашелся — целлюлоза. Картина совпадения спектров была почти идеальной. Очень хорошо подходят к данным спектроскопии космической пыли и другие аналогичные соединения, в том числе те, из которых состоят стенки бактериальных клеток.

Это и дало толчок к появлению оригинальной гипотезы. Исследователи предположили, что пылевые облака состоят главным образом из микроорганизмов. Уже давно известно, что в космическом пространстве широко распространены многие довольно сложные органические соединения. Хойл и Викрамасингх делают следующий шаг и предполагают, что в газовом облаке, из которого формируется звезда, может зародиться жизнь в форме микроорганизмов. Процесс рождения звезды занимает миллионы лет, и в это время в наружных зонах облака, конденсирующегося в звезду, могут господствовать условия, вполне пригодные для зарождения и существования жизни: здесь тепло, но не слишком жарко, существует водяной пар, капельно-жидкая вода, масса растворенных в ней и газообразных соединений углерода, водорода, азота, кислорода, довольно сложных органических соединений. Разумеется, «нормаль-

ные» условия космического пространства враждебны жизни, и когда возникшие микроорганизмы попадут в такие условия (звезда сформируется окончательно, или микробы будут вынесены из протозвездного облака в открытый космос), они погибнут. Авторы гипотезы рассчитали, как и отчего должны погибнуть микроорганизмы. Разумеется, от холода и отсутствия пищи, но еще и от воздействия космических излучений, в первую очередь ультрафиолетового света, который обуглит поверхность бактерий, создав вокруг каждой клетки слой графита либо превратив клетку (если ее диаметр меньше 0,3 микрометра) в шарик из графита. Кроме того, в таких шариках должны быть пустоты и разрывы, оставленные испарившейся водой.

Исследователи смогли рассчитать, как будет поглощать и отражать свет облако, состоящее из таких частиц. За исходные данные они взяли размер земных бактерий и других микроорганизмов, затем рассчитали, какой толщины образуется на них графитная пленка, если обугливать их ультрафиолетовым светом, какие пустоты в них возникнут от испарения воды в космическом вакууме, как клетки деформируются. Учено, что самые мелкие микробы превратятся в графит целиком. Рассчитанный исходя из этих данных спектр пылевого облака почти идеально совпадает со спектрами, полученными при астрономи-

## ● Г И П О Т Е З Ы ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, Ф А К Т Ы

ческих наблюдениях далеких пылевых облаков.

Ф. Хойл и Ч. Викрамасингх полагают, что не у всех возникших при образовании звезд микроорганизмов жизнь кончается так бесславно. Многие из них попадают на планеты своей звездной системы или с кометами заносятся в соседние системы. Возможно, и наша земная жизнь зародилась в космосе. Авторы гипотезы считают, что времени существования Земли было недостаточно для образования в эволюции, например, системы из примерно двух тысяч ферментов, которыми пользуются все земные организмы. Другое дело, говорят они, если первые микроорганизмы попали на Землю из просторов космоса, где достаточно и места и времени для формирования первых биологических и генетических механизмов. А земная среда лишь отбирала то, что имело шансы на существование в данных конкретных условиях, и давала космическому материалу дальнейшее развитие.

Итак, самые грандиозные постройки, созданные живыми существами, не коралловые острова, как считается сейчас, а необозримые пылевые облака, закрывающие от нас целые звездные миры?

М. БОНДАРЕВА.

мер, в мышечной ткани. Подобным же образом взаимодействуют с кислородом воздуха жареный картофель или египетская мумия. Но это никто не называет обменом веществ.

Дальнейшее изучение состояния анабиоза приподняло завесу над таинством удивительной жизнеспособности. Во время высушивания в этих организмах возникают две субстанции, защищающие ткани от распада. Первая представляет собой полисахарид — соединение молекул сахара; вторая — это знакомый нам всем глицерин. Они образуют консервирующее средство, которое предотвращает склеивание или распад белков. В известной мере существо, находящееся в анабиозе, можно сравнить с автомобильным мотором, лишенным бензина, масла, электр-

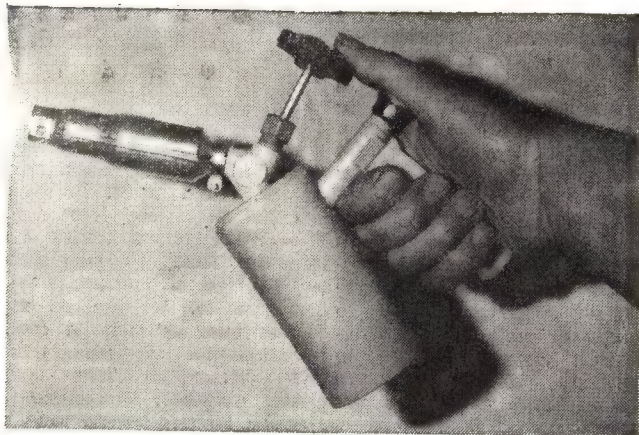
тропитания, но хорошо смазанным для защиты от коррозии.

Особенности тихоходов, как и других существ, способных к анабиозу, еще раз доказывают, что жизнь — это не процесс, не мистическая сила, а форма, форма существования белковых тел. Пока молекулярная структура живого существа не разрушена, оно способно жить. В анабиозе жизнь выдерживает паузу и в таком состоянии, как мы видим, может противостоять не только убийственному холоду, но и другим не менее опасным воздействиям.

Сумеет ли когда-либо наука создавать подобные паузы для других организмов, скажем, для теплокровных существ?

(По материалам зарубежной печати.)





## ● НОВЫЕ ТОВАРЫ

### МИНИ-ЛАМПА

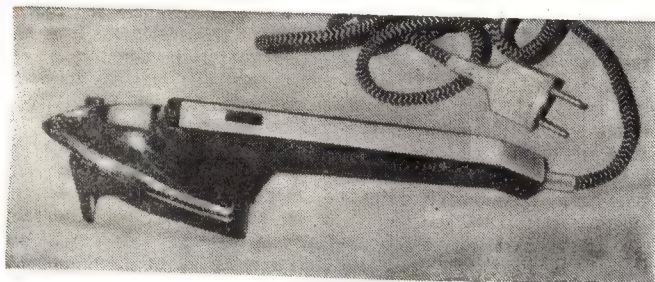
Небольшая паяльная лампа рассчитана для различных бытовых работ, допускающих открытый нагрев. Заправляется она чистым бензином, объем ее около 150 кубических сантиметров. Цена — 3 рубля.

### «МАЛЫШ»

Длина утюга «Малыш» — 11 сантиметров, масса — 400 граммов, мощность — 100 ватт. Автоматический регулятор нагрева поддерживает температуру утюга на уровне 160 градусов Цельсия.

«Малыш» предназначен для глажения мелких предметов одежды и удобен в дороге. Выпускает его московское производственное объединение «Электрозавод» имени В. В. Куйбышева.

Цена утюга — 4 рубля 50 копеек.



### ПРИЕМНИК «ОКЕАН» И МАГНИТОЛА «ВЕГА»

Радиоприемник «Океан-221» и магнитола «Вега-328-стерео» — новинки предприятий Министерства промышленности средств связи СССР.

«Океан-221» принимает передачи в семи диапазонах волн: четыре коротковолновых, УКВ, СВ и ДВ. В диапазоне УКВ предусмотрены четыре фиксированные настройки. Питание приемника универсальное: от шести элементов типа «373», от сети переменного тока напряжением 127 или 220 вольт и от 12-вольтового автомобильного аккумулятора.

Габариты приемника — 33×29×9 сантиметров, масса — 4 килограмма.

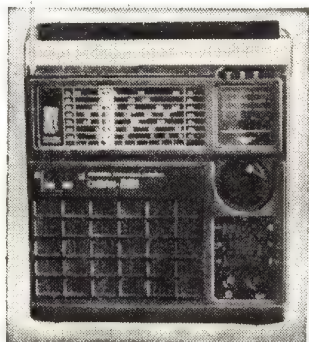
«Вега-328-стерео» — это комплекс из трехдиапазонного приемника (СВ, КВ, УКВ) и кассетного магнитофона с двумя встроенными микрофонами. Электронное устройство расширения стереобазы обеспечивает высококачественное воспроизведение стереопрограмм через встроенную акустическую систему.



Питание радиолы — универсальное: от сети и от батарей.

Диапазон воспроизводимых звуковых частот при приеме радиопрограмм в диапазонах СВ и КВ — от 200 до 4000 герц, в диапазоне УКВ — от 200 до 10 000 герц, при воспроизведении магнитофонных записей — от 63 до 10 000 герц.

Габариты магнитолы — 44,5×31,5×10 сантиметров, масса — 5,5 килограмма.





# ЧТО ТАКОЕ «ЧТО ТАКОЕ»?

Как строятся математические доказательства? Какова структура всей математической науки в целом? Характерный для наших дней повышенный интерес к этим вопросам связан с чрезвычайно важной для всего будущего человечества попыткой использовать «электронный разум» вычислительных машин, создать искусственный интеллект. Среди подобных вопросов важное место занимает и такой: как строятся определения математических понятий?

Профессор И. ЯГЛОМ.

## ТЕОРЕМЫ И АКСИОМЫ

Из чего состоит математика? Разумеется, в первую очередь из теорем: утверждения «сумма углов каждого треугольника равна  $180^\circ$ » или «касательная к окружности перпендикулярна к радиусу, проведенному в точку касания» — это теоремы, это математика. Но также и из формул, вроде знаменитого бинома Ньютона, и из правил, таких, как правило умножения отрицательных чисел: «минус на минус дает плюс».

Впрочем, математические формулы представляют собой лишь экономную форму записи теорем. Скажем, теореме «квадрат суммы двух чисел равен сумме квадратов этих чисел, сложенной с их удвоенным произведением» можно короче записать в виде известной формулы  $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ . Правила математики — это тоже некоторые теоремы.

Таким образом, вся математика состоит из одних лишь теорем? Нет, это, конечно, не так. Не все математические предложения являются теоремами. Дело в том, что каждую теорему мы доказываем сведением к более простым предложениям, нам уже известным; эти более простые теоремы выводятся из еще более простых и т. д. Ясно, что подобный процесс сведения сложного к простому должен иметь конец: иначе за всю историю человечества наверняка не удалось бы доказать ни одной теоремы.

Схема «дедуктивного вывода», при котором каждое предложение сводится к ранее известным, была создана древнегреческими мыслителями. Особо тщательно анализировал ее знаменитый Аристотель. Все предложения, составляющие ту или иную теорию, подобную математике выведением одних положений из других, Аристотель делил на два класса. Предложения, истинность которых устанавливается сведением их к уже известным, он называл теоремами, предложения, справедливость которых не доказывается, а принимается на веру, — аксиомами. От аксиом Аристотель требовал, чтобы они были непосредственно очевидны, что позволяет не доказывать их. Напротив, теоремы могут быть сколь угодно сложны. (Впоследствии математики частично раскритиковали аристотелевское требование очевидности аксиом, однако

мы здесь вовсе не хотим быть умнее Аристотеля.)

Таким образом, любая «выводная наука» (по терминологии Аристотеля), или дедуктивная теория, как принято говорить сейчас, состоит из предложений двух разных типов: из аксиом, составляющих фундамент теории, и из опирающихся на аксиомы теорем.

Разумеется, применимость дедуктивного метода вовсе не ограничивается одной лишь математикой. Уже маленький ребенок, планирующий поведение в соответствии с возможными последствиями своих поступков, демонстрирует множество образцов дедуктивных выводов из аксиом типа «шалить нельзя» или «обманывать плохо». И в математику дедуктивный метод пришел из жизни — в создании этого метода греками большую роль сыграл общий уклад жизни греческого полиса (города-республики) с присущим ему демократизмом. (Впрочем, демократизм греческого полиса распространялся лишь на полноправных граждан и игнорировал не только рабов, но и всех «пришельцев»; так, в Афинах не обладал гражданскими правами стагирит — то есть выходец из фракийского города Стагира — Аристотель.)

В античной Греции большую роль играли публичные обсуждения тех или иных вопросов, при которых каждый выступающий должен был тщательно аргументировать свою точку зрения. Эти обсуждения служили хорошей школой дедуктивного мышления, умения образовывать правильные умозаключения и выводиться из одних утверждений другие, являющиеся их следствиями. На прямую связь греческой математики со специфическими условиями греческой демократии указывал Аристотель. Непревзойденные образцы дедуктивных умозаключений, относящихся к самым разным областям знания и общественной жизни, демонстрировал в своих диалогах учитель Аристотеля Платон. И хотя основные принципы («аксиомы») Платона, на которых он пытался базировать, скажем, свое учение о государстве или этические построения, зачастую кажутся нам малопримемными, тем не менее весь строй исходящих из этих принципов рассуждений отличался замечательной логичностью и полнотой.

## ● ОБ ОСНОВАХ НАУК

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Мы сказали о том месте, которое занимают в математике содержательные утверждения — теоремы и аксиомы; однако ими математика не исчерпывается. Математические предложения касаются свойств тех или иных объектов, но они нам не скажут ничего, пока мы не будем знать, что это за объекты (да и что это за свойства тоже!). Необходимость объяснить это обуславливает появление в математике **определений**, занимающих в ней почти такое же важное место, как и теоремы: без математических определений нет математики.

Разумеется, то же относится к любой другой научной или общежитической проблематике: прежде чем что-либо обсуждать, надо точно знать, о чем, собственно, мы говорим. Для того, чтобы понять — я уж не говорю «доказать!» — теорему «касательная к окружности перпендикулярна радиусу, проведенному в точку касания», мы должны знать, что такое «окружность», «касательная к окружности», «точка касания», «радиус окружности», «перпендикулярность». Без знания всех этих терминов сформулированное предложение скажет нам не больше, чем известная фраза академика Л. В. Щербы «глокая куздра штеко кудланула бокра и кудлачит бокренка» — фраза в общем-то понятная, но все же не до конца, поскольку нам несколько мешает то, что с фигурирующими в этой фразе понятиями мы незнакомы.

Все сказанное прекрасно понимал еще Аристотель: дедуктивную теорию он конструировал из **предложений** и **определений**, точнее даже, из определений и предложений, поскольку определения неизбежно предшествуют предложениям. При этом Аристотель точно указывал, как образуются определения. Каждое из них, учил он, задается указанием ближайшего рода и видового отличия. Так, горилла — это самая сильная из человекообразных обезьян; здесь «человекообразная обезьяна» — это ближайший род, а условие наибольшей силы — свойство гориллы, которое выделяет этот вид из рассматриваемого рода. Аналогично человекообразные обезьяны выделяются определенными особенностями своего строения из множества всех обезьян вообще, а обезьяны есть часть («вид») более общей категории («рода») млекопитающих. Вот еще один пример подобного определения: квадрат есть прямоугольник с равными сторонами. Здесь «прямоугольник» — это ближайший род, а условие равенства сторон выделяет «вид» квадратов из «рода» прямоугольников. В свою очередь, прямоугольник — это параллелограмм, имеющий прямой угол; параллелограмм — это четырехугольник, противоположные стороны которого параллельны.

Определяемые описанным способом понятия, как видим, сводятся к каким-то другим, уже известным. В свою очередь, эти более простые (можно также сказать: более первоначальные) понятия определяются через еще более простые (более фун-

даментальные) и так далее. Но, разумеется, этот процесс сведения сложного к простому, подобно процессу доказательства теорем, тоже должен где-то иметь конец. Это вынуждает остановиться на каких-то таких понятиях, которые мы считаем самоочевидными и не определяем их.

Последнее обстоятельство хорошо понимал Аристотель. Он уделял **неопределяемым** понятиям (известным в позднейшем философском лексиконе как **аристотелевы категории**), пожалуй, даже слишком много внимания, чем немало запутал себя и своих последующих комментаторов. Первоначально Аристотель признавал десять возможных типов **неопределяемых** понятий, которые могут лежать в основе дедуктивных теорий (сущность, количество, качество, отношение, положение и т. д.), хотя, по-видимому, пытался свести их к еще более фундаментальным и малочисленным. Для современных математиков, пожалуй, особенно интересно проследить замечание о возможности свести все **неопределяемые** понятия к трем категориям: сущность, состояние, отношение. Более того, даже и этот список математики склонны сокращать, ограничиваясь рассмотрением лишь «неопределяемых сущностей» (как точка или число) и «неопределяемых отношений» (например, отношение параллельности в геометрии или отношение «больше» в арифметике).

Разумеется, у разных наук различны и основные (**неопределяемые**) понятия. Так, в геометрии Аристотель склонен был считать таковыми понятия точки и прямой линии (и от этого его беглого замечания идут растянувшиеся на столетия попытки обоснования геометрии, рассматривающие прямую не как множество точек, а как равноправный с точкой геометрический образ). От **неопределяемых** понятий Аристотель требовал, чтобы они были «непосредственно понятны» (или интуитивно ясны), что позволяет никак их не определять.

(Впрочем, и это требование «очевидности» основных объектов той или иной научной теории впоследствии много критиковали. Действительно, вряд ли его легко обосновать применительно, скажем, к современной физике, зачастую начинающейся с достаточно сложных понятий, или к морально-этическим системам. В качестве примера дедуктивной системы с нетривиальными основными объектами можно указать на идущую от антрополога и этнографа К. Леви-Стросса и математика А. Вейля аксиоматическую теорию брачных отношений в архаических обществах, в основе которой лежит **неопределяемое** понятие клана, то есть группы членов сообщества, объединяемой общими брачными установками.)

## ДЕСКРИПТИВНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Вернемся теперь снова к тем объектам обыденной жизни или научной теории, которые могут быть определены. Их опреде-



ления могут конструироваться совершенно по-разному. Во-первых, новое понятие может быть введено перечислением его свойств; именно этот тип определений и имел в виду Аристотель, когда он рекомендовал задавать новый объект его «характеристическим свойством», выделяющим этот объект из более широкого класса понятий.

В предыдущей главе уже приводились примеры на этот счет; здесь мы разберем еще несколько, чтобы сделать более понятным дальнейшие рассуждения. Скажем, Гренландию можно определить как крупнейший остров на земном шаре; телефон — это механизм, используемый для передачи человеческого голоса на расстояние по электропроводам, а паровая машина — механизм для преобразования тепловой энергии в механическую; ключом от дверного замка называется приспособление, позволяющее открыть дверь при любом положении замка. Аналогично параллельные прямые на плоскости определяются как прямые, не имеющие общих точек; арифметическая прогрессия — как последовательность чисел, в которой разность двух соседних чисел имеет одно и то же значение и т. д.

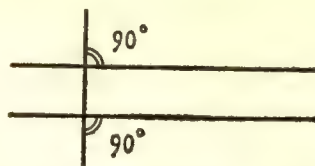
Определения такого рода называются косвенными, или описательными. Так как по-латыни слово «описание» звучит «дескриптум», то такого рода определения называют также **дескриптивными**.

Наряду с этим новое понятие можно вводить и по-другому: не указанием его свойств, а непосредственным описанием самого объекта, заданием его строения, его «конструкции». Так, вместо определения Гренландии можно просто предъявить карту этого острова. Определением телефона или паровой машины можно считать описание его устройства; ключ можно описать как металлический предмет, имеющий некоторую характерную форму. Точно так же параллельные прямые можно задать как два перпендикуляра к одной и той же третьей прямой; арифметическую прогрессию с начальным членом  $a$  и разностью  $d$  можно определить как последовательность чисел  $a, a + d, a + 2d, \dots$

Определения такого рода называются прямыми, или **конструктивными**.

Можно сказать, что основные задачи, с которыми сталкивается в своей деятельности человек, связаны с преобразованием дескриптивных определений в конструктивные, другими словами — с построением объектов, обладающих теми или иными нужными нам, наперед заданными свойствами. Так, проблема создания теплового двигателя заключалась в том, чтобы на основе описательного определения этой машины как механизма, преобразующего тепловую энергию в механическую, создать конструктивное определение, то есть построить машину.

Конструктивное определение объекта, ранее заданного лишь описанием его свойств, ценно еще и потому, что оно доказывает также и существование объекта. Ведь из описательного



Дескриптивное определение параллельных прямых называет их не имеющими общих точек. Одно из возможных конструктивных определений задает их в виде перпендикуляров к одной и той же прямой.

определения еще вовсе не следует, что соответствующий объект существует в природе. Так, средневековая научная мысль в значительной степени была направлена на отыскание философского камня или вечного двигателя, которые были заданы своими дескриптивными определениями (философский камень — это препарат, вызывающий взаимопревращения химических элементов, например, обращающий неблагородные металлы в золото; вечный двигатель — это прибор, производящий работу без затраты энергии). Однако сформулированные таким образом задачи преобразования описательных определений в прямые (конструктивные) оказались «некорректно поставленными», ибо соответствующих объектов просто не существует.

Все сказанное также было хорошо понятно Аристотелю. И с этой точки зрения характерно стремление ортодоксального аристотельянца Евклида вслед за каждым приведенным в его «Началах» дескриптивным определением сразу же дать и конструктивное описание того же объекта: без этого у него не было уверенности в существовании рассматриваемого объекта. Свой знаменитый трактат Евклид, следуя Аристотелю, начинает с определений, вслед за которыми следуют аксиомы (часть из них Евклид называет постулатами) и предложения (то есть теоремы). Например, одно из первых содержательных определений Евклида трактует о понятии равностороннего треугольника, а самое первое предложение первой книги «Начал» превращает это дескриптивное определение в конструктивное, то есть описывает построение равностороннего треугольника.

Наряду с привычными ситуациями, когда по описательному определению того или иного объекта мы хотим восстановить конструктивное его определение, не так редки и случаи обратного порядка — попытки от прямого, конструктивного определения перейти к дескриптивному. Дело в том, что конструктивные определения, как правило, гораздо более громоздки и неудобны, чем дескриптивные: ведь не станем же мы, скажем, при каждом упоминании паровой машины рисовать схему ее устройства. Поэтому, если какое-либо понятие было первоначально задано прямым определением, то все равно часто необходимо наряду с этим располагать также и косвенным (описательным) его определением. Так, слон, разумеется, первоначально был определен явным образом как «вон то животное», а число четыре фиксировалось



Вопрос «что такое шахматный слон» вызывает в памяти образ фигуры характерной круглой формы с шишечкой наверху. Однако для шахматной игры форма фигур несущественна. В пробитой на перфоленте программе для ЭВМ слон задается теми правилами игры, в которых он упоминается.

указанием четверки предметов, например, четырех пальцев. Однако на базе таких определений ни «слоноведение», ни арифметика развиться не могли. Для развития науки о слонах надо было дать дескриптивное определение этого вида, то есть список характеризующих слона косвенных признаков, из которых следовали уже и многие другие свойства слонов: скажем, то обстоятельство, что слон — животное млекопитающее, полностью доказывает наличие у него позвоночника (определение млекопитающих, принятое в зоологии, относит их к позвоночным) и помогает объяснить происхождение хобота слона или его замечательных бивней. Подобным же образом, определив четверку как число, следующее за тройкой (числом нечетным), мы получаем основание утверждать, что четверка — число четное.

### ЧТО ТАКОЕ ТОЧКА?

Обратимся вновь к вопросу о задании первоначальных объектов дедуктивной теории. Можно ли как-то описать эти объекты? Что такое, например, точка? С подобных вопросов естественно начать обсуждение первооснов геометрии.

Аристотель, как мы отмечали, считал, что в геометрии «следует принять существование прямых линий и точек», однако не определял этих понятий ввиду их общепонятности. Такая недоговорка смущала Евклида, и он счел необходимым в самом начале своих «Начал» дать определения точки и прямой: «Точка есть то, что не имеет частей; прямая линия есть та, которая равно расположена по отношению к точкам на ней».

Ясно, что с нашей сегодняшней точки зрения ни то, ни другое определение никаким (ни дескриптивным, ни конструктивным) определением не является; второе из них вообще неверно — свойством, по Евклиду, определяющим прямую, обладает также и окружность. Значение подобных «определений» может состоять, пожалуй, лишь в том, чтобы закреплять в сознании читателя «Начал» некоторые имевшиеся у него и ранее интуитивные представления. Можно добавить, что евклидово определение точки ничем не лучше (и даже менее понятно), чем высказывание известного математика Ф. Клейна, любившего повто-

рять: «Точка — это просто очень маленькое пятно». Разумеется, наши наглядные представления о «математической точке» тесно связаны с этим физическим образом, однако здесь речь идет не об интуитивном представлении точки, а о точном смысле этого математического понятия. Так как же все-таки можно это понятие задать?

Для того чтобы представить себе возможный ответ на последний вопрос, начнем с другого, казалось бы, более простого. Спросим себя: что такое шахматный слон? Стоит задуматься над этим, и в воображении тотчас возникает образ многократно виденной фигуры на шахматной доске — сделанной из дерева, имеющей характерную круглую форму, с небольшой шишечкой наверху; эту фигуру мы можем подробно описать или даже нарисовать. Однако ясно, что, говоря о деревянной фигуре (а почему, собственно, деревянной? Ведь шахматные фигуры могут изготавливаться из камня или металла, из пластмассы или слоновой кости), мы фиксируем лишь совершенно несущественные, второстепенные свойства шахматного слона, никак не связанные с сущностью этого понятия. В самом деле, в шахматы можно играть «вслепую» или «по переписке», сегодня в шахматы с успехом играют электронные вычислительные машины — и во всех этих случаях сделанная из дерева или из какого-либо другого материала фигурка совсем не нужна: ведь ясно, что при обучении электронной машины искусству шахматной игры мы вовсе не должны заботиться о том, чтобы ЭВМ умела распознавать ту округлую форму шахматного слона, которая привычна для нас. Описание слона как шахматной фигуры задается лишь набором правил игры, в которых фигурирует слово «слон», и ничем другим. Иными словами, шахматный слон, подобно подпоручику Кижэ, «фигуры не имеет» и с никакими зрительными ассоциациями не связан. Для не умеющего играть в шахматы это просто слово, за которым не стоит никакого содержание, как, скажем, бессодержательно слово «куздра» в вышеприведенной фразе Л. В. Щербы (хотя мы можем с уверенностью утверждать, что это существительное женского рода, единственного числа). Но для шахматиста слон — это нечто вполне определенное: это шахматные фигуры, первоначально занимающие позиции с1 и f1 (белые слоны), а также с8 и f8 (черные слоны); они передвигаются по доске в соответствии со строго установленными правилами (по диагоналям) и могут исчезать («слон побит») или возникать («пешка прошла в слоны») при фиксированных игровых ситуациях. Другими словами, сам по себе шахматный слон определен быть не может, но вот шахматная игра полностью задается набором своих правил — и в рамках этой игры определено также и понятие шахматного слона, для которого правила игры служат дескриптивным описанием.

Совершенно так же обстоит дело и с понятием точки. Само по себе оно не определяется никак: математическая точка,



c7 белая. Иначе невозможно расположение квартета черных пешек a5, b6, b7 и c7. Пешка d7 черная; иначе дебаланс черных фигур: 3 (черные фигуры на диаграмме — Kpg1, Llg2 и Lhl1) + 8 (черных пешек) + 4 (уже взятых пешкой g2 — g2:f: e:d:c7) + 4 (еще было бы взято пешкой h2 — h2:g:f: e:d7) = 19. При черных пешках d7 и b7 слон c8 черный. Баланс черных фигур исчерпан, а это значит,

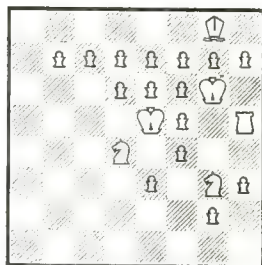
что белая пешка h2 не могла покинуть своей вертикали. Анализ позиции № 7 завершен и показан на диаграмме № 7а.

В заключение предлагаем читателям самостоятельно раскрасить две следующие позиции.

В № 8 все в рамках «Шахматного кодекса» — ферзи превращенные.

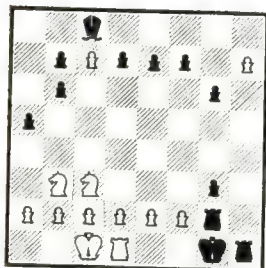
Раскрасив позицию № 9, не забудьте еще и выполнить задание — дать мат.

№ 9

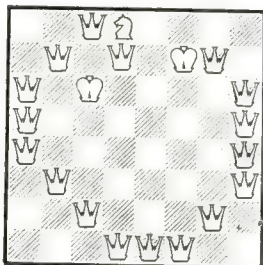


Мат в 1 ход

№ 7а



№ 8



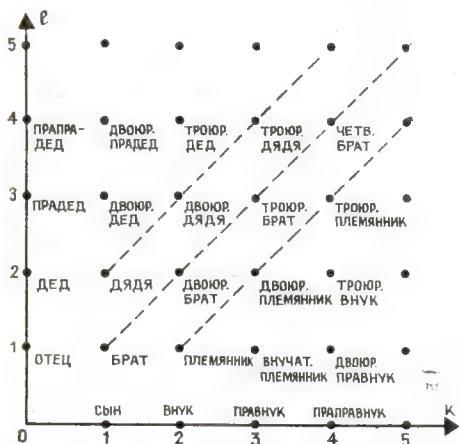
В строгом черно-белом спектре шахматной палитры всего две краски, но контраст между ними рождает множество причудливых, неожиданных логико-математических оттенков.

Итак, берите в руку карандаш.

(Ответы см. в следующем номере.)

Пример. Пусть имеется цепочка  $D^5P^3$ . Здесь  $m = 5$ ,  $p = 3$ ; в предпоследней строке читаем термин: шестипородный прадед. Обратно, пусть кто-то приходится нам четвероюродным дядей; во второй строке находим ( $m = 4$ ) вид цепочки:  $D^4P^5$ .

5. Отношения кровного родства в системе координат ( $k, l$ ) выглядят так:



Как видим, прямые родственники располагаются на осях координат, братья — на биссектрисе, дяди и племянники, деды и внуки — на прямых, параллельных биссектрисе.

6. Дед моего внука — это только я сам, а внуком моего деда является и мой двоюродный брат, и мой брат, и я сам; так что результат умножения отношений, вообще говоря, не однозначен:  $D^2 \times P^2 = D^2P^2$  или  $DP$  или  $E$  (ego). Правило умножения, да-

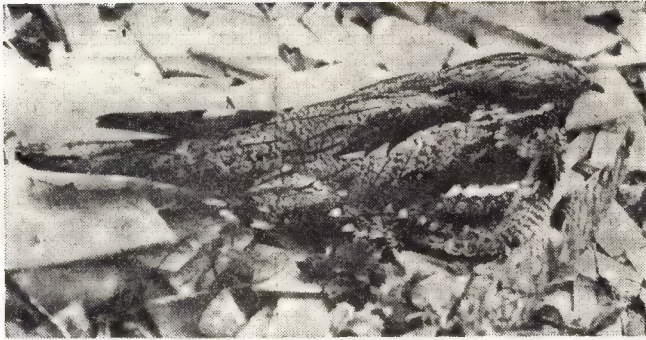
ющее ближайший вариант отношения, можно сформулировать так: 1) запишем перемножаемые цепочки в развернутом виде и припишем их друг к другу в «естественном» порядке, обозначив вертикальной чертой место стыка (например, внук двоюродного деда =  $D^2 \times DP^3 = DD | DPPP$ ); 2) символы, стоящие на стыке цепочек, перемножим с помощью следующей таблицы умножения:

	Д	Р	С
Д	ДД	—	Д
Р	—	РР	РС
С	СД	Р	—

Если на стыке стоят сочетания ДД, РР, РС или СД, то полученная цепочка не изменяется и выражает результат умножения. Пустота на пересечении Д и Р, Р и Д, С и С означает, что оказавшиеся на стыке сочетания ДР, РД, СС вычеркиваются: сочетание ДС заменяется на С, СР — на Р; в этих случаях к полученной после вычеркивания или замены цепочке снова применяем эту же таблицу, пока все требуемые сокращения и замены будут сделаны. Например, прадед моего внука =  $P^3 \times D^2 = PPP \times DD = P =$  отец; племянник шурина =  $D^2P \times DPRC = D$  — сын; брат девера —  $DR \times DPC = C =$  муж.

Таким образом, шуринов племянник (сын) по отношению к зятю (мужу дочери) является зятем (мужем сестры).

Чтобы получить всевозможные отношения, надо усложнить таблицу и правила. Предоставим это читателю.



## К О З О Д О Й

Кандидат биологических наук Л. СЕМАГО  
(г. Воронеж).

Летнее утро в лесу. Это свежесть, голоса последних кукушек и свист иволги, жемчужный бисер на паучьих сетях, вжиканье кос на травяной поляне, ночной настой цветущих лип. Начало нового дня приветливо и в светлом березняке и в мрачноватом ольшанике.

В пору солнцеворота лес затихает рано. Долгого дня хватало людям, чтобы сделать здесь все свои дела. Еще при солнце перестают стучать дятлы и засыпают синицы. Замерли осины, но стали слышны шорохи у их подножий. Постепенно зелень листьев и травы, краснота нагретых сосновых стволов и другие дневные краски превращаются сумерками в один цвет. Только березы белеют в потемках. Догорела за деревьями заря, заглянсь на другой стороне неба звезды, а рядом с тропинкой засветились фонарики светляков. Летучая мышь цыркнула, погнавшись за жуком. Над болотцем, словно костровой дымок, не касаясь осоковых кочек, повисает негустой туман. Вот-вот исчезнет граница между зубчатой стеной леса и потемневшим небом...

И в эти мгновения то ли из болотного туманчика, то ли из густеющего мрака неожиданно и беззвучно воз-

никает черный силуэт летящей птицы: узкий, длинный хвост и острые крылья с белыми пятнами на концах, словно с тремя сквозными дырами. Полет черной птицы совершенно бесшумен и необыкновенно изящен. Ударив крылом о крыло, как хлопнув в ладоши, и сделав красивый выраз, она опускается на нижнюю ветку крайней сосны и снова становится невидимой. Но через мгновение оттуда раздается негромкая и вместе с тем слышная на всей поляне рокошующая трель. Скорее это не трель, а какое-то переливчатое мурлыканье или лягушачье урчание. На одном выдохе оно тянется двадцать, тридцать секунд, минуту, полторы... Мгновенная пауза, и новая трель звучит еще дольше, обрываясь так же внезапно, как и началась. Потом следует новая все в том же регистре и почти без передышки — четвертая. Так исполняет свою сумеречную песню таинственная птица козодой. Она одиобразна, как рокот мотора на постоянных оборотах, у нее нет начала и конца, она одинакова у всех козодоев, живущих в наших лесах.

Июньские сумерки самые долгие, но вот наконец гаснут и они. А козодой и не собирается умолкать, словно ждал он вечер не для того, чтобы скорее начать охоту, утолить свой голод, птенцов накормить, а для того, чтобы крепче усыпить лес-

ные чащи, убаюкать их своим негромким журчаньем. Завороженный им, и сам не сразу замечаешь, что на поляне не один певец. Хлопают в темноте птичьи крылья, то один, то другой коротко взвизгнет, словно довольный поросенок, и со всех сторон несется одинаковое урчание, сливающееся в сплошной рокот хорошо отлаженного механизма, работающего без перебоев. К нему быстро привыкаешь и вскоре перестаешь замечать, как не замечаешь лесную тишину, и поэтому непременно пропустишь миг окончания вечернего концерта.

Днем только случай позволит увидеть где-нибудь неподалеку от этой полянки внезапно вспорхнувшую с земли или с ветки темную птицу, которая в несколько взмахов крыльями исчезнет среди деревьев или же, наоборот, опустившись рядом, прямо на глазах превратится в сухой обломок ветки, покрытый тусклыми лишаями. И никто из дневных пернатых соседей козодоя не бросится следом, не закричит тревожно.

Козодой настолько ночная птица, что днем не вызывает интереса даже у охотников наблюдать и фотографировать животных. Разве что удастся подразнить лежащую на гнезде самку, и та покажет, как она умеет защищать свое потомство. А так не птица, а сучок сучком. И подбаться к нему можно в открытую так близко, что станет виден частый птичий пульс. С козодоя только сумерки снимают неведомое и вечное заклятье, а новый рассвет опять превращает его в лесное изваяние, которое до вечера словно не может пошевелиться по своей воле.

Но зато в ночном лесу тихий козодой вызывает неподдельное изумление даже у людей довольно равнодушных к самым удивительным картинам нашей природы. Беззвучное мельканье черных силуэтов, возникающих неизвестно откуда, хлопки и взвизгивания над головой, монотонное урчание малость сродни какой-то жутковатой чертовщине.

● ЛИЦОМ К ЛИЦУ  
С ПРИРОДОЙ



Однако же это еще не все.

Есть в Усманском бору возле озера Чистого поляна не поляна, а так, маленькая пустошь, где когда-то давно занялся небольшой пожар. Обгоревшие деревья сразу же вырубали, но сколько ни сажали сосну снова, не растет, и все. Чуть выступив из соснового ряда, наклонился над пустошью полуживой дуб, у которого от всей кроны остался единственный сухой сук, любимое место всех живущих поблизости козодоев.

В ясную ночь июньского полнолуния выкатывающийся из-за леса огромный красноватый диск обязательно зацепится за этот обломок, и, прежде чем оторвется от него и пойдет вверх, врежется в сияющий круг силуэт острокрылой птицы и сольется с веткой. Если направить туда луч карманного фонарика, он не осветит ни дерево, ни эту ветку, но на фоне луны вспыхнет ярко-красная точка, и как ответный сигнал зазвучит трель козодоя. Если обойти поляну так, чтобы луна за спиной оказалась, то уже на фоне черного леса будет гореть тот же немигающий огонек.

По таким огонькам козодоя проще отыскать в лесу ночью с фонарем, чем днем. Рубиновым цветом светятся глаза птицы, отражая слабый луч лампочки. Не шурится на свет, не мигает птица, будто слепая, хотя видит в темноте не хуже совы. Возможно, что ее зрение даже острее совиного, ведь ее добыча так же мала, как и у летучих мышей. И ловит козодой эту мелочь в такой темноте, когда человеку собственную ладонь разглядеть трудно. В густом сосняке летает, не сбавляя скорости. Так светится глаз в отраженном свете только у взрослых птиц. А у птенцов, пока они под опекой родителей, глаза не светятся, как, скажем, у котят до шестинедельного возраста.

И среди степных блуждающих огней какие-то принадлежат козодою. Как-то в одну из поздних весен эти огоньки до полуночи во-



дили меня по заброшенным, давно неезженным дорогам в донецкой степи. Свистели и щекали по заросшим балкам соловьи, скрипели на лугах коростели, у прудов на старых ветлах перекалились зорьки, да таякали по буграм недовольные лисы. Козодоев же в этой степи было столько, что местами их глаза светились на дороге, как аэродромные посадочные огни. Птицы-невидимки взлетали с земли перед автомобилем, уносились в сторону от лучей фар, и красные искры глаз гасли в темноте, а впереди, за взгорками, вспыхивали новые.

Холодная погода придержала всю массу пролетных козодоев в низовьях Дона и Дона. Днем птицы отсиживались в густых лесополосах, а к ночи вылетали охотиться на теплые, нагретые за день дороги. Из-за этих живых огней заблудился я майской безлунной ночью в незнакомой степи, потерял дорогу в станицу, позабыл о сне и ночлеге и не пожалел о том ни тогда, ни потом.

Отраженным светом горят в ночи рубиновым, сапфировым, хризолитовым, изумрудным, опаловым огнем глаза хорьков, пауков-волков, ершей, судаков, бабочек со-

вок и бражников, зайцев лис, оленей, лещей и множества других зверей, рыб, насекомых. Давно разгадана тайна этого свечения, но у козодоя есть в нем нечто загадочное.

Несколько раз я разглядывал козодоя в ночной обстановке при очень ярком свете. Нет, не в неволе и не большую птицу, а самку на гнезде. Луч прожектора был настолько силен, что был четко виден весь узорчатый рисунок пера, короткие щетинки по разрезу рта и даже совсем крошечные перышки-реснички вокруг глаза, но птица не прищуривалась, как днем, а смотрела на свет широко раскрытым огненным глазом. Но в какой-то неуловимый миг словно непрозрачная шторка-затвор задерживает птичий взор, и вместо рубинового фонарика — самый обыкновенный глаз с черной точкой зрачка и коричневой в темных прожилках радужкой. Еще миг, и снова ярким угольком тлеет немигающий глаз, словно по своей воле включает и выключает козодой свой собственный фонарик.

Удивительно легок и бесшумен полет козодоя. После того, как к середине лета перестанут петь соловьи, как переведутся самые злые



комары и утомляются на озерах лягушки, тихими становятся ночи в лесу. Реют над спящими полянами козодои, лишь изредка похлопывая крыльями на лету. Птица то повисает на месте, то проносится так стремительно, что нет уверенности, видел ты ее или померещилось. Вроде как часть лишней темноты ступила на миг в черное видение, из ничего возникшее и тут же растаявшее. Днем, когда над тем же лесом ворон летит, каждый взмах его крыльев слышен метров за сто. Козодой ночью в сто раз ближе пролетит, а звук его полета будет не сильнее, чем от трепетания крылышек крошечной моли.

Если днем козодой сидит на ветке — это самец. Его на взлете по белым пятнам на хвосте и крыльях узнать легко. А самка, никому не заметная, лежит на гнезде. Собственно, гнезда никакого нет, под птицей на старой хвое, на сухих листьях, а то и просто на песке лежат два яйца в бледно-серых и коричневатых пятнышках. Ни ямки, ни лишней травинки, ни собственного перышка, ни чужой пушинки. Утром и вечером тут негустая тень от сосен, а днем солнце светит, как в широкое окно, но птица лежит не шевелясь. Однако когда бы ни пришел сюда, все она клювом к солнцу, так что от нее боковой тени нет: в шесть утра она, как стрелка, указывает на восток, в полдень — на юг, в шесть вечера — на запад. В пасмурную погоду, в туман, не ви-

дя светила, лежит как при-  
дётся.

Лежит, прищурившись, до самого вечера. Уже запоют поодаль самцы других пар, но она словно не в силах стряхнуть с себя дневное оцепенение. Но едва «забулькал» ее собственный, как мгновенно преобразуется птица, широко распахнув темные глаза. Легко взлетает вверх и начинает охоту. Яйца же так и остаются неприкрытые, иногда даже под проливным дождем. Они быстро остывают, но жизнь в них не угасает.

Днем самка по своей воле ни за что не оставит яйца ни на минуту, хотя место выбрала такое, которое больше никому не приглянется даже для отдыха. Никому и нечего тут искать, сюда не сворачивают с охотничьих троп ни лиса, ни куница, не заглядывает ястреб. Тут живет козодой. Лежит, как дремлет, сливаясь с окружающим фоном птица-невидимка. До узеньких щелочек прищурены глаза, но видит она все и всех вокруг, не поворачивая головы, потому что разрез больших глаз чуть заглублен к затылку, и общее поле их зрения равно тремстам шестидесяти градусам. Полный круговой обзор при полной неподвижности.

Когда зарядит на много часов обложной грибной дождь или налетит грозовой ливень, намокает перо козодоя, и снова он неотличим от мокрой и потемневшей лесной подстилки. А если бы оставался сухим, отряхиваясь от капель, то стал бы

заметен уже издали. Летом же в сосновом лесу все сохнет быстро. Белый мох через два-три часа начинает хрустеть под ногами, и перья козодоя и хвонки вокруг него принимают прежний цвет.

За день до появления на свет первого птенца из-под наседки слышится слабое, но отчетливое попискивание. Разламывая скорлупу яйца, птенец словно предупреждает мать о скором своем рождении. Через сутки то же самое повторяет второй. Эта разница в одни сутки нормальна для всех козодоев, потому что самка, положив первое яйцо, сразу же начинает его насиживать.

Птенцы козодоя с рождения одеты таким густым и пестрым пухом, что сразу не понять, где голова: глаза прикрыты, коротенькие клювики еле видны. Вырастая до взрослой птицы, козодой остается таким же короткоклювым, ростом с кукушку, а клюв, как у ласточки. Но рот огромен. Не рот, а пасть до ушей. И когда самка, пугая врага, распахивает ее с шипением, оторопь берет от неожиданности. И не каждый хищник, случайно набравшийся на гнездо козодоя, решится напасть на мирную и безобидную птицу, особенно видя такое страшилще впервые.

Птенцы пытаются ковылять на коротеньких своих ножках с первых часов, но сидят на месте, где вывелись, с неделю, а то и всего дня два-три, а потом бесследно исчезают.

Их куда-то уводит мать. И потом они до первого сво-

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: В. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, Р. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. илл. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор Б. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда», «Наука и жизнь», 1982.

Сдано в набор 21.05.82. Подписано к печати 29.06.82. Т. 12181 Формат 70×108<sup>1/16</sup>.  
Высокая печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. кр.-отт. 18,2.  
Тираж 3 000 000 экз. (4-й завод: 2 550 001 — 3 000 000). Изд. № 1808. Заказ № 2525.

Набрано и сматрицировано в ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типографии газеты «Правда» имени В. И. Ленина, 125865, ГСП, Москва, А-137, улица «Правды», 24.

Отпечатано в ордена Ленина типографии «Красный пролетарий». Москва, Краснопролетарская, 16.



его полета каждый день проводят на новом месте. Только за одной семьей удалось проследить до того дня, пока маленькие козодои не доросли до размеров скворчат-слетков. Сидевшую на яйцах самку окружили низеньким заборчиком из мелкой сетки. Ей самой изгородь не была помехой, но птенцов увести было нельзя. И птенцы, видно, смирились с таким ограничением свободы и каждый день, пока не сняли сетку, лежали посреди маленького дворика на одном и том же пятачке.

Оставаясь одни, пуховички то и дело негромко попискивают. Этот писк слышен шагов за двадцать. У родителей, надо полагать, слух тоньше нашего, и они слышат птенцов еще дальше. Нечто вроде звукового маяка в непроглядной лесной темени. На четвертый-пятый день голос малышей меняется, и они уже не пищат, а то вместе, то по очереди тихонько верещат, как озябшие сверчки.

Что еще сказать о козодое? Месту верен. Оно должно быть не сырое, таким, чтобы травы на нем высокой не было, чтобы лес светел был, чтобы кустов в нем поменьше было. Это чтобы самому все вокруг видеть, чтобы гнездо и птенцов не терять. Летом козодой — лесная птица, а к осени — охотно держится и в городах, и тогда не над просеками, а над улицами скользит вечерами его острокрылый силуэт. Усаживаясь на дуги уличных светильников, он высматривает в хороводе ночных бабочек добычу на выбор и, вспархивая на миг, ловит ее без погони и промаха.

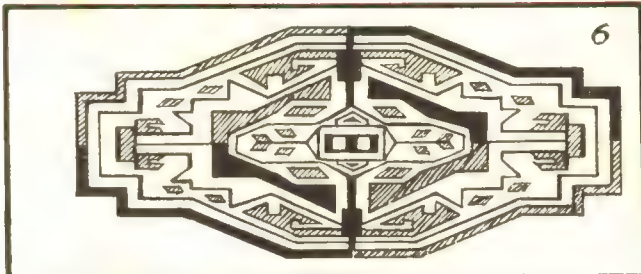
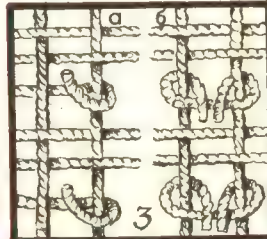
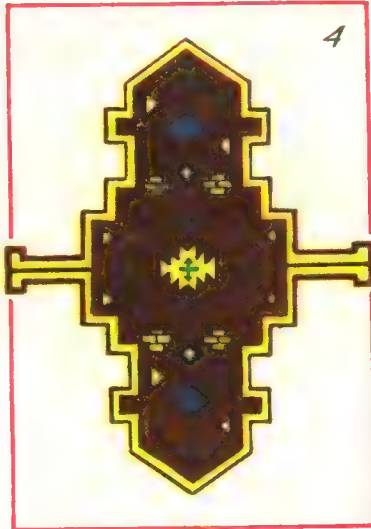
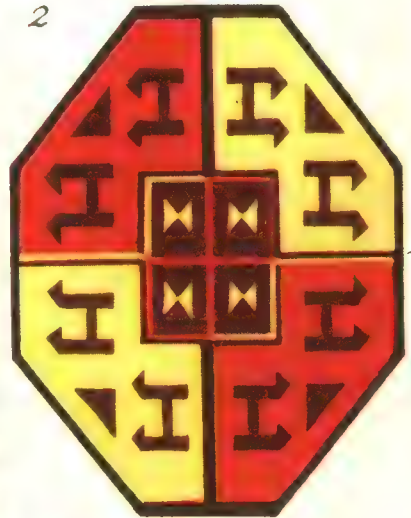


На фото (сверху вниз): взрослый козодой. Козодой с птенцом в гнезде, птенец козодоя.

# О Р Н А М Е Н Т Ы Т У Р К М Е Н С К И Х К О В Р О В



(см. статью на стр. 91)  
В современных туркменских коврах сохраняются традиционные орнаменты различных этнических групп туркменского народа — текинцев, иомутов, эрсари, човдуров, сарыков, баширов и др.  
Воспроизводим несколько наиболее характерных ковровых рисунков. 1. Иомутский ковровый орнамент. 2. Узор эрсаринского ковра. 3. Техника плетения ворсовых ковров: полуторный узел (а) и двойной узел (б). 4. Човдурский орнамент. 5. Наиболее распространенный орнамент текинских ковров. 6. Этот узор чаще всего встречается и на ковровых сумках сарыков. 7. Орнамент каймы баширского ковра.





## ● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

И стари в поймах и на песчаных левобережьях южных рек и речек процветает огородничество. Вода близко, земля легкая. Хорошо тут вызревают помидоры, картошка вкусная, удаются лук, морковь, капуста, другие овощи. Но и в тех же местах живет неистребимый враг огородов — медведка. Грызет она корни растений, объедает клубни картофеля, вгрызается снизу в огурцы, обходя стороной только хрен. В засуху, когда даже при хорошем поливе чахнут колючие плети тыквы, медведка злодействует с двойным усердием, утоляя сочным кормом и голод и жажду. И не страшны этому насекомому ни высокое половодье, ни глубокая пахота. Но в постоянной борьбе с подземным вредителем у огородника есть давний и неизменный помощник — длинноклювый и пестрокрылый красавец уаод.

В Черноземье его прилет совпадает с пиком половодья, которое выживает медведок из их подземных убежищ. И если для других птиц это случайная весенняя добыча, то уаод с прилета до отлета предпочитает ее всему другому и достигает в своей охоте предела совершенства. Это охотник-ходок. Ходит легко и живо, бегает редко. Его добыча под землей и на земле: дождевые черви, жуки и личинки жуков, гусеницы, пауки. К медведке же страсть особая и особый дар на глаз отыскивать ее в земле. Тонким клювом, как пинцетом, выхватывает уаод на поверхность сильное и хорошо вооруженное, похожее на маленького зверька насекомое, обламывает ему зубренные лапы-лопаты и несет его самке, птенцам или сам проглатывает. В защитных полосах уаод, насколько может, избавляет корни толей от личинок большой стеклянницы — настоящего бича степного лесоразведения.

Уаод — птица не из редких, но очень необщительная даже с сородичами. Ни-



## У Д О Д

Кандидат биологических наук Л. СЕМАГО (г. Воронеж).

кто никогда и нигде не видел уаодов стаями. В конце лета может встретиться с десятком сразу — вся семья целиком, весной — пара. Обычно же — будь это в маленьком степном селении, в центре большого города, на пустыре, на пастбище, в лесу, в пустыне или в волжской дельте — на глаза попадает один.

Но там, где уаод поселяется, его невозможно не заметить. Не только потому, что пестр, красив и не похож ни на кого, но и потому, что прилетает рано, когда птиц еще мало, а прилетев, объявит о своем возвращении весенней «песней» (ее звуки и стали главным названием птицы среди множества других местных названий). Песня уаода относится к тем тихим голосам природы, которые бывают слышны на огромном расстоянии так же отчетливо, как и вблизи. Кар-

тинно красуясь на столбе, на могильном памятнике, вершине дерева или камне, уаод глуховато бубнит свое однообразное «у-ауауа» или «уп-уп-уп» (кому как кажется), кланаясь при каждом повторе. Встревая птица шипит, птенцов из дупла выманивает громким криканьем. Других звуков и сигналов у нее нет.

Уаод красив, и главное в его наряде — великолепный с черными кончиками хохол. Он то сложен, словно зачесан назад, и его линия продолжает линию чуть загнутого клюва, то развернут наподобие боевого индейского убора. Положение перьев хохла выражает какие-то нюансы и настроения птицы, и она может разворачивать и складывать это украшение до полусотни раз кряду. У маленьких уаодов хохол растет одновременно с полетным пером.



Пока весь выводок дома, родителям, как ни трудно, но все-таки проще кормить его в одном месте. И ритм кормления таков, что птенцы голодны только утром. Но как только из гнезда вылетают один-два первых, привычный дневной режим нарушается. Этих первых надо сразу учить приемам родовой охоты и еще кормить несколько дней, чтобы окрепли побыстрее. Вылетает третий — и ему особое внимание. А те, что еще не могут покинуть ставшее им псоводнее жилье, есть хотят все сильнее, потому что достается им теперь и реже и меньше. Высовываются они из дупла наружу в ожидании прилета отца или матери. Получив гусеницу, червя или медведку, птенец не спешит прятаться внутрь, а продолжает закрывать своим телом вход в дупло, норовя получить и следующую порцию. Тогда остальные голодные братья, ухватив его клювами за хохол, тянут вниз, назад, да так, что он пищит во всю мочь. Занявший его место через несколько минут сам подвергается такой же трепке. А поскольку вылет всего выводка растягивается почти на неделю, ссоры и потасовки в дупле или норе становятся постоянными и оттуда до вечерней зари слышен раздраженный писк.

Смел и бесстрашен удоа против сильной и злой медведки, но защищен и робок даже перед воробьями.

Он мирно уживается в соседстве с любыми птицами. В тысячной колонии розовых скворцов, черных стрижей и каменных воробьев на побережье Арала непрерывным поселенцем бывает и удоа, потому что трещина и щелей в стене обрывает хватает всем с избытком. Лишь иногда с прилета два соперника попутаются друг перед другом и этим пустяковым турниром улаживают свои территориально-семейные отношения.

Но если семье обыкновенных скворцов приглашается облюбованное и уже обжитое удодами дупло, то пересмешники выгоняют из него хозяев и выбрасывают уже свесенные яйца. (Самке скворца этот захват удается в одиночку.) А обездоленные удоды (с такими-то клювами!) не могут и не пытаются возратить отнятое жилье. Хорошо, что этим невзыскательным птицам для гнезда годится любое пустое место с крышей над головой: куча строительного мусора на свалке, норка в обрыве, колода с выгнившей сердцевинкой в дровяном штабеле, дыра в кирпичной кладке стены, щель под крышей саманной мазанки, кусок трубы, присыпанный землей, и т. д. Лишь бы яйца, которых бывает до двенадцати, не раскатывались из-под наседки. Эти красавцы не строители и никакого дополнительного комфорта ни для себя, ни для птенцов не создают:

яйца лежат на какой-нибудь трухе, на золе в завалившейся, старой печке, просто на земле, на голом дне бывшего дятлова дупла.

Если легко обидеть пару взрослых удоодов, то выводок маленьких удоодков в гнезде может постоять за себя (родители не защищают детей и с ними не почуют). У птенцов есть один из самых надежных в мире животных способов самозащиты — способ системы «скурс». Для горностая, хорька и, наверное, даже для неразборчивого к вкусу добычи ежа внезапный залп одурачивающей вони страшнее прочих угроз. Ласка, например, не смогла преодолеть явного отвращения к удодовому смраду и отказалась даже заглянуть в дупло, где сидели семеро еще как следует не оперившихся удоодков. В полете же такая защита против крылатого врага неприменима, и удоа, покинувший свой дом, лишается ее.

Полет удоа мапеврен и легок. За кормом летает далеко и никогда не ищет его возле гнезда. В полете слышат птицы словно бы разрезан на части белыми полосами в крыльях и хвосте. На верхнем Дону выводит птенцов раз в лето, на нижнем — дважды. Из года в год возвращается в одно и то же место, но для гнезда ищет новое убежище, если даже старое свободно и не занято никем. Прилетев, непременно забубнит свое «худо тут», в конце лета исчезнет молча.

Главный редактор Н. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. илл. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, В. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВА.

Художественный редактор Б. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда». «Наука и жизнь», 1982.

Сдано в набор 19.04.82. Подписано к печати 1.06.82. Т 12116. Формат 70×108<sup>1/8</sup>.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 14.7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. кр.-отт. 18,2.  
Тираж 3 000 000 экз. (1-й завод: 1—1 850 000 экз.). Изд. № 1586. Заказ № 2397.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина, 125865, ГСП, Москва, А-137, улица «Правды», 24.





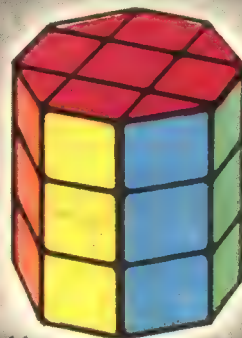
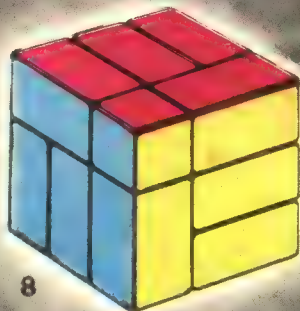
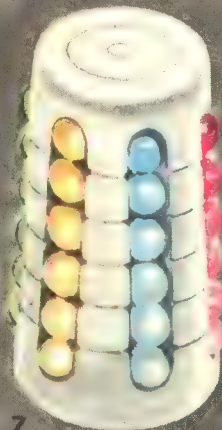
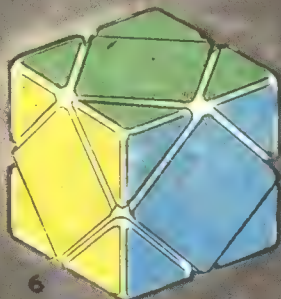
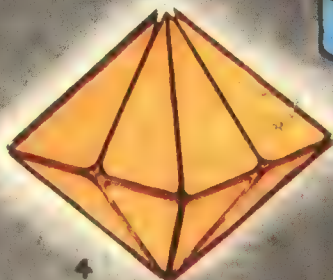
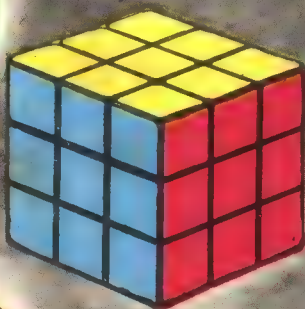
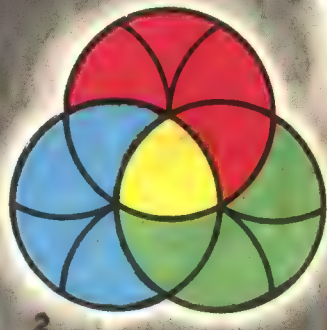
Удоды у гнезд





## ВОКРУГ КУБИКА

(см. стр. 100)





рожки и обеспечивает очень надежное сцепление с ней шины. По мере вращения колеса такая покрышка с мягкими боковинами деформируется, подобно часовой пружине, и в определенный момент, расправляясь, сообщает мотоциклу дополнительное ускорение.

И все же очень большой крутящий момент, передаваемый от 200—300-сильного двигателя, заставляет шину пробуксовывать. Она нагревается до  $250^{\circ}\text{C}$ , и 402-метровую дистанцию мотоцикл заканчивает с дымящейся покрышкой.

При резком трогании с места переднее колесо драгстера поднимается над дорогой и вся масса машины приходится на заднее колесо, что и обеспечивает ему максимальное прижатие к дороге. Чтобы усилить этот эффект, колесо выносят далеко вперед, а сиденье гонщика помещают над задним колесом.

Правила не запрещают применять на драгстерах (как, впрочем, и на рекордных мотоциклах) нагнетатели и специальные топлива, например, нитрометан. Благодаря этому достигается высокая мощность, но, конечно, при большом расходе топлива: 1,2 л на 1 км. Лучшие образцы драгстеров проходят 402-метровую дистанцию со стартом с места за 7—7,5 с и на финише развивают скорость более 300 км/ч.

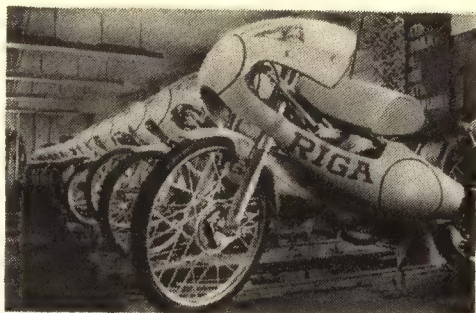
Еще одна разновидность гоночных мотоциклов — трековые. Они хорошо известны любителям мотоспорта в нашей стране, где весьма популярны спидвеи (гонки по гравийной дорожке стадиона) и мотогонки по льду. Специфика трековых соревнований такова, что машинам не нужны тормоза, коробка передач, подвеска заднего колеса и ряд других элементов. Поэтому конструкция машин максимально упрощена и облегчена.

Что касается двигателей, то их рабочий объем в соответствии с правилами соревнований ограничен величиной 500 см<sup>3</sup>. Они, однако, разрешают применять в качестве топлива не бензин, а метиловый спирт. Поскольку его скрытая теплота испарения выше, чем у бензина, то такое горючее, испаряясь в двигателе, создает дополнительное охлаждение его наиболее нагретых деталей. В итоге удается получить высокую мощность при малой массе и небольших размерах цилиндра двигателя.

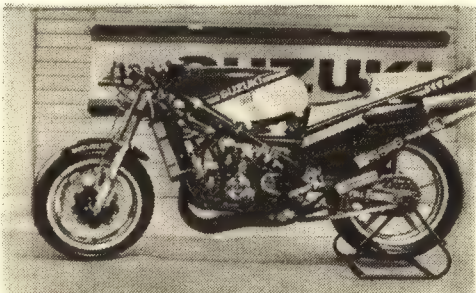
Для гонок по льду шины мотоциклов оснащают шипами — всего около 240 штук, длиной 28 мм. При езде они врезаются в лед, что обеспечивает надежное сцепление шин с дорогой.

Если рекордные мотоциклы и драгстеры изготавливаются в единичных экземплярах, главным образом самими гонщиками, то трековых машин заводы выпускают по нескольку сотен штук в год. Наиболее известны такие мотоциклы с моторами ЯВА (ЧССР), «Веслейк» (Англия) и ЭРМ (Швеция). Принимает завод ЯВА строит не только двигатели, но и специальные мотоциклы. На одном из них советский гонщик С. Казаков стал чемпионом мира 1982 года в гонках по льду.

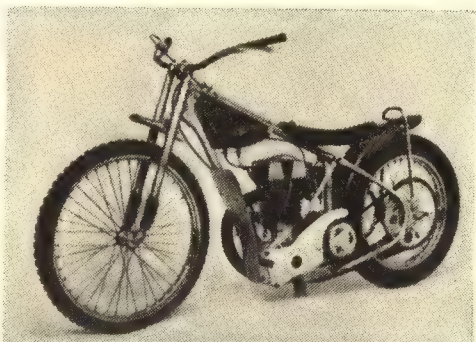
Инженер Л. ШУГУРОВ.



**«РИГА-15» (СССР).** Мотоцикл для кольцевых гонок; выпускается малыми партиями заводом «Саркана звайгзне». Двигатель — двухтактный с воздушным охлаждением; число цилиндров — 1; рабочий объем — 49 см<sup>3</sup>; мощность — 12 л. с. (8,8 кВт) при 10 000 об/мин. База машины — 1,25 м. Масса в снаряженном состоянии — 62 кг. Скорость — 150 км/ч.



**«СУЗУКИ-500RG» (Япония).** Выпущено несколько опытных образцов. На одном из них выигран чемпионат мира 1981 года в классе 500 см<sup>3</sup>. У двигателя четыре цилиндра, расположенные в два ряда, два коленчатых вала. Автоматическое регулирование начала выпуска производит бортовой ЭВМ в зависимости от нагрузки и числа оборотов двигателя. Два тормозных диска переднего колеса имеют очень большой диаметр — 310 мм. Двигатель — двухтактный с воздушным охлаждением; рабочий объем — 489 см<sup>3</sup>; мощность — 130 л. с. (96 кВт) при 11 000 об/мин. База машины — 1,4 м. Масса в снаряженном состоянии — 128 кг. Скорость — 300 км/ч.



**ЯВА-894-3 (ЧССР).** Специальный мотоцикл для гонок по гравийной дорожке. Отсутствует подвеска заднего колеса, тормоза. У двигателя два распределительных вала, расположенных в головке цилиндра с четырьмя клапанами; число цилиндров — 1; рабочий объем — 494 см<sup>3</sup>; мощность — 62 л. с. (45,5 кВт) при 8700 об/мин; число передач — 1. База машины — 1,33 м. Масса в снаряженном состоянии — 84 кг. Скорость — 160 км/ч.

**В** 1841 году английский палеонтолог Ричард Оуэн, обобщив все известные к тому времени сведения о костных остатках гигантских ископаемых наземных пресмыкающихся, объединил этих древних позвоночных под названием «динозавры», что в переводе означает — «ужасные ящеры». По данным палеонтологической летописи, первые динозавры появились в триасовый период, то есть 200—240 миллионов лет назад. В продолжение юрского и мелового периодов, иначе говоря, на протяжении почти 140 миллионов лет, они были господствующими наземными позвоночными животными, но к началу кайнозойской эры, около 65 миллионов лет назад, вымерли, и от этих многочисленных и весьма разнообразных рептилий остались лишь отпечатки и скелеты.

В конце прошлого века было установлено, что динозавры на самом деле представляли собой две разные группы — ящеротазовых и птицетазовых, — независимо возникшие от еще более древних пресмыкающихся — псевдозухий. Тем не менее за ними сохранилось общее название.

У представителей обеих ветвей динозавров конвергентно, то есть под влиянием приспособления к сходным условиям среды, развились сходные черты строения, в первую очередь гигантизм. Несмотря на огромные размеры многих динозавров, их головной мозг был удивительно мал, поэтому у некоторых из них стал развиваться так называемый «крестцовый мозг» — утолщение спинного мозга, к которому перешла роль управления движением задних конечностей и некоторые другие функции. У отдельных представителей наиболее крупных динозавров крестцовое утолщение

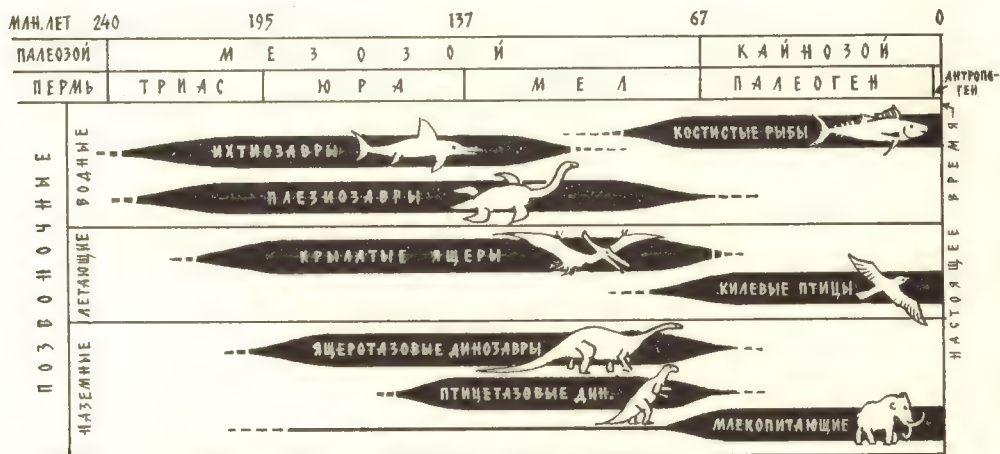
спинного мозга в 20 раз превосходило по объему головной мозг. Многие виды динозавров переходили к движению на двух задних конечностях. Большинство же наиболее крупных представителей из разных групп вело полуводный образ жизни.

Одновременно с динозаврами жили и другие пресмыкающиеся, внешний вид которых и их образ жизни кажутся теперь поистине фантастическими. По берегам морей обитали летучие ящеры (в том числе наиболее известный их представитель — птеродактиль). Эти странные существа носились над морем на перепончатых крыльях и выхватывали из воды свою добычу — рыб, плавающих ракообразных, головоногих моллюсков... Судя по волосовидным образованиям, обнаруженным на теле некоторых летающих ящеров, можно предположить, что они были к тому же теплокровными.

Известно немало чисто водных пресмыкающихся мезозойской эры. Рыбоящеры (ихтиозавры) внешне напоминали современных дельфинов или крупных хищных мечевидных рыб. Подобно последним, они были рыбоядными хищниками. Плезиозавры отличались гигантскими размерами, имели ластообразные конечности и длинную гибкую шею. Питались они также рыбой и другими морскими животными. Мезозавры внешне напоминали современных крокодилов, но достигали длины не более метра.

Все эти удивительные существа, а также немало других позвоночных (как, впрочем,

Схема показывает, как распределялись некоторые группы позвоночных животных в мезозойскую и кайнозойскую эры.





# ИЛИ НАУКА

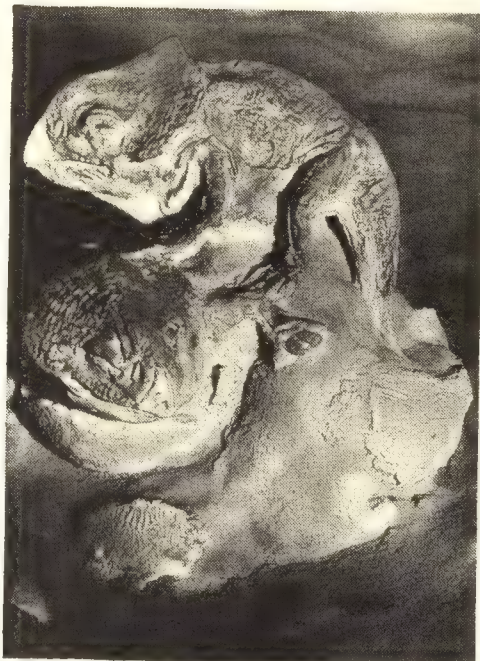
и беспозвоночных) животных, исчезли с лица Земли на границе мезозойской и кайнозойской эр. На смену им пришли иные животные, гораздо более сходные с современными. Подобная смена фаун в геологической истории Земли происходила неоднократно. В стремлении объяснить это ученые с самого начала разбились на два непримиримых лагеря.

Виднейший французский сравнительный анатом и палеонтолог Жорж Кювье (1769—1832) дал подробное описание множества вымерших животных и изложил свою точку зрения на причины их гибели. По мнению Ж. Кювье, каждый геологический период имел свой животный мир, обособленный от предшествовавшего и последующего. Он считал, что между разными формами органической жизни не было эволюционной преемственности. Просто — на просто жизнь в конце периода уничтожалась некоей катастрофой, а затем возникала заново. В 1849 году английский палеонтолог А. д'Орбigny развил главную идею Ж. Кювье. Он насчитал в истории Земли целых 27 эпох, каждая из которых начиналась актом творения и заканчивалась всеобщей катастрофой.

С этой откровенно виталистической концепцией не могли согласиться ученые-эволюционисты того времени, однако они не располагали достаточным количеством фактических данных и потому на первых порах терпели поражение. Идеи Ж. Кювье и А. д'Орбigny активно поддерживала христианская церковь, игравшая чрезвычайно большую роль в формировании мировоззрения народных масс. Теория катастроф оказалась тем опорным рубежом витализма, взятие и низвержение которого означало бы победу эволюционных идей.

Вот что по этому поводу писал в конце прошлого века видный русский биолог-эволюционист, будущий почетный академик АН СССР Н. М. Книпович: «Кювье был сторонником постоянства видов и главным противником последователей теории эволюции (Ламарк, Ж. Сент-Илер); одержав над ними верх в публичном споре в академии, Кювье на долгое время закрепил в науке ошибочные представления о неизменности вида... Теория катастроф окончательно изгнана из науки лишь благодаря трудам Лайеля».

Одновременно сокрушительный удар по этой теории был нанесен Ч. Дарвином. Однако, как это ни странно, теория катастроф оказалась довольно живучей, перекочивая из науки в популярную литературу. Как и следовало ожидать, аргументация новоявленных последователей Кювье в большинстве случаев не выходит далеко за преде-



Пустыня Гоби, одна из самых труднодоступных, давно привлекает к себе внимание исследователей прошлого Земли. Здесь находится крупнейшее кладбище динозавров — гигантских ящеров, некогда господствовавших на планете. На этом снимке — редчайшая окаменелость, найденная в Гоби: два динозавра-«младенца», погибшие в то мгновение, когда они вылупились из яиц, — продолговатых, двадцатисантиметровой длины. Эти ящеры во взрослом состоянии достигали двухметрового роста, питались пальмовыми листьями. Роговой щит на затылочной части черепа служил этим животным для крепления мощной челюстной мускулатуры.

лы догадок, чаще же гораздо ближе к гаданию.

Вот примерный перечень катастроф, на основе которых все новые и новые авторы пытаются строить свои предположения о том, что же послужило причиной исчезновения с лица Земли многочисленных динозавров. Скорее это гадание, чем наука.

1. Резкий скачок магнитного поля — полюса поменялись местами.
2. Взрыв звезды, расположенной недалеко от Земли.
3. Эпидемия.
4. Слишком высокое содержание в атмосфере кислорода — следствие перепроизводства его растениями.
5. Резкое охлаждение океана из-за катастрофического сползания в него гигантских масс льда в полярных областях.
6. На землю упал астероид диаметром не менее десяти километров.

7. С Землей столкнулась комета, весящая миллиарды тонн. Она упала в океан, и его воды были отравлены солями синильной кислоты.

8. Распространилась морская вода, и изменился ее ионный состав. Возник дефицит солей кальция.

Несомненно, что некоторые из перечисленных выше предполагаемых катастроф должны были бы уничтожить все живое, а не одних только динозавров. Как же убереглись остальные животные и растения, почему жизнь не прекратилась?

Однако начнем анализ гипотез по порядку, с первого номера.

1. Откуда могло взяться предположение о пагубном воздействии перемены направления магнитного поля? Где, кто, когда доказал это? Кстати, если авторы гипотезы № 1 искренне верят в нее, следует посоветовать им все время сидеть неподвижно. Ибо стоит повернуться на 180°, как относительное положение магнитных полюсов мгновенно сменится на обратное и... готово дело! Для неверующих и неосведомленных резкий скачок магнитного поля не чреват никакими последствиями. Согласно данным науки о палеомагнетизме, только за последние 4,5 миллиона лет обращение полярности происходило многократно (см. прилагаемую схему). Человек как биологический вид перенес не менее десятка этих «катастроф» без всякого вреда для себя. Не сказалась смена полярности и на других живых существах.

2. Ближайшие к Земле звезды расположены на расстоянии свыше 4 световых лет. При такой удаленности взрыв звезды не может произвести столь кардинальные изменения на нашей планете. Если же допустить, что такая катастрофа имела место на более близком расстоянии, то почему же гибель от нее была не тотальной?

3. Несколько слов об эпидемии. Если принять эту точку зрения, то как-то странно, что эпидемия поразила самые разные группы организмов, вымерших в конце мелового периода. Один и тот же вирус (бактерия?) оказался роковым и для обитателя морей ихтиозавра, и для летающих ящеров, и для мирных травоядных сухопутных динозавров (впрочем, также и для их хищных собратьев). Эта болезнь заодно начисто истребила древних головоногих моллюсков — аммонитов и белемнитов. А вот другие головоногие моллюски мелового периода — наутилусы — преспокойно дожили до наших дней (наиболее древние находки наутилитов датируются 130 миллионами лет). На мелководье тропических морей живут донные и мечехвосты (представители особого класса членистоногих). Их родословная насчитывает целых 230 миллионов лет, а небольшие современные морские животные из группы плеченогих — лингулы, жили еще в силуре, 500 миллионов лет назад. За прошедшее время их облик и образ жизни практически не изменились. Как же они-то убереглись от эпидемий?



За последние 4,5 миллиона лет геомагнитное поле Земли менялось неоднократно.

4. История атмосферного кислорода в свете геологических данных такова. Первичная атмосфера нашей планеты состояла из водяных паров, двуокиси углерода, хлора, соединений серы, метана и аммиака. Таков состав газов, выделяемых современными вулканами, таковы результаты химического анализа газовых пузырьков, как бы законсервированных в древнейших катархейских кварцитах (абсолютный возраст свыше 3,5 миллиарда лет). Следовательно, первые живые существа были анаэробами, то есть их энергетический обмен не был основан на процессе окисления с участием кислорода.

Когда в начале архейской эры появились фотосинтезирующие водоросли, в атмосферу начал поступать кислород. Под его влиянием аммиак окислился до молекулярного азота, который и по сей день составляет главную часть земной атмосферы. Метан и сероводород окислились до окислов и были поглощены океаном, отчего морская вода стала хлоридно-карбонатно-сульфатной (хлориды попали в океан еще до этого). Наконец, все поддающиеся окислению вещества атмосферы были окислены, и она начала постепенно насыщаться молекулярным кислородом. Растворился кислород и в морской воде.

Вся предшествующая история развития органической жизни проходила в бескислородной среде, к ней очень хорошо приспособились первые обитатели моря. Поэтому появление в воде кислорода, вызывавшее быстрое окисление органических веществ, было для них равносильно катастрофическому загрязнению среды (в данном случае этот термин вполне уместен). Процесс обогащения воды кислородом привел к гибели большинства анаэробных организмов, уцелели лишь те, которые сумели перестроить свою физиологию и приспособиться к новым условиям. Времени для этого было вполне достаточно: «катастрофа» не была молниеносной — прошло много миллионов лет, прежде чем количество свободного кислорода достигло современного уровня.

Процесс обогащения атмосферы (а значит, и океана) кислородом сначала шел крайне медленно, только около 600 миллионов лет назад его количество достигло 1/100 современного. Однако в эволюции органической жизни этот момент стал переломным. Организмы перешли от ферментативного (анаэробного) брожения к энергетически более эффективному (в 30—50 раз) окислению при дыхании. В результате в короткий срок сформировались почти все типы животного царства (кроме



хордовых). В палеонтологической летописи этот рубеж совпадает с началом архейской эры и всего фанерозоя — эпохи жизни.

Все же кислорода в атмосфере было еще настолько мало, что он поначалу не образовывал озонный слой, защищающий сушу от воздействия жесткого солнечного излучения. Около 400 миллионов лет назад содержание кислорода в атмосфере достигло порядка 10% современного уровня, возник защитный озонный слой. Поверхность суши быстро покрылась первобытными лесами, и современный уровень насыщения атмосферы кислородом был достигнут в кратчайший срок, «всего» за несколько десятков миллионов лет. С тех пор зеленые растения продуцируют кислород примерно с одинаковой интенсивностью, их суммарный фотосинтез практически не изменялся и никаких данных о возможности резкого переобогащения атмосферы кислородом на грани мезозоя и кайнозоя не существует. Гипотеза о кислородном отравлении динозавров целиком надуманная.

5. Изменения температуры океана в меловом периоде действительно имели место. Правда, они связаны не столько со сползанием ледников, сколько с отклонением оси вращения Земли. Смена потеплений и похолоданий Мирового океана не могла не сказаться на тогдашней фауне и флоре. Несомненно, что общее похолодание климата было одной из причин, вызвавшей гибель многих групп животных и растений мелового периода.

6. Падение астероида, о котором говорит следующая гипотеза, не подтверждается никакими данными. Правда, теоретически такой случай допустим, а картина последствий падения астероида на Землю обрисована западногерманским физиком Альварецом весьма правдоподобно\*. «При ударе возникла такая масса пыли, что вся атмосфера на многие годы оказалась почти непрозрачной для солнечных лучей». Лишь одно обстоятельство в этом описании неверно. «Сильнейший дефицит энергии» прервал бы жизнь всех аэробных организмов, а не одних только динозавров. Рассуждения Альвареца о том, что «млекопитающие пережили «великую ночь», питаясь растительными остатками и насекомыми, по меньшей мере наивны. Представьте себе густую пыль, забивающую легкие и оседающую рыхлыми многометровыми слоями на поверхность Земли. И в этой пыли, да к тому же в полной темноте, многие годы копошатся несчастные звери в поисках насекомых. А сами насекомые? Долго ли они-то могут продержаться в таких условиях? Чем они питаются? Жизнь насекомых коротка, она подчинена сложнейшему комплексу инстинктов. Легкое отклонение от нормы — и не произойдет встречи полов, яички не будут отложены, следующее поколение не появится на свет. Да и питаться ему нечем, ведь растения уже погибли, сгнили или погребены под слоями пыли. Нет, после падения астероида можно ставить крест на всем живом.

7. Столкновение Земли с кометой также ничем не аргументировано. Странно, что



Уменьшенные модели реконструкции внешнего вида вымерших пресмыкающихся, изготовляемые английской фирмой «Инвинкта пластикс».

1. Птеранодон. Гигантский летающий ящер, достигавший в размахе крыльев 8 метров. Питался рыбой, которую на лету выхватывал из воды длинным беззубым клювом. Конец мелового периода; Европа и Северная Америка.

2. Тираннозавр. Один из крупнейших хищных динозавров; достигал в высоту 9 метров. Ископаемые останки известны из мела Северной Америки.

3. Эдафозавр. Растительноядный ящер из группы парусоносных достигал длины 2 метра. Пермь и триас Европы и Северной Америки.

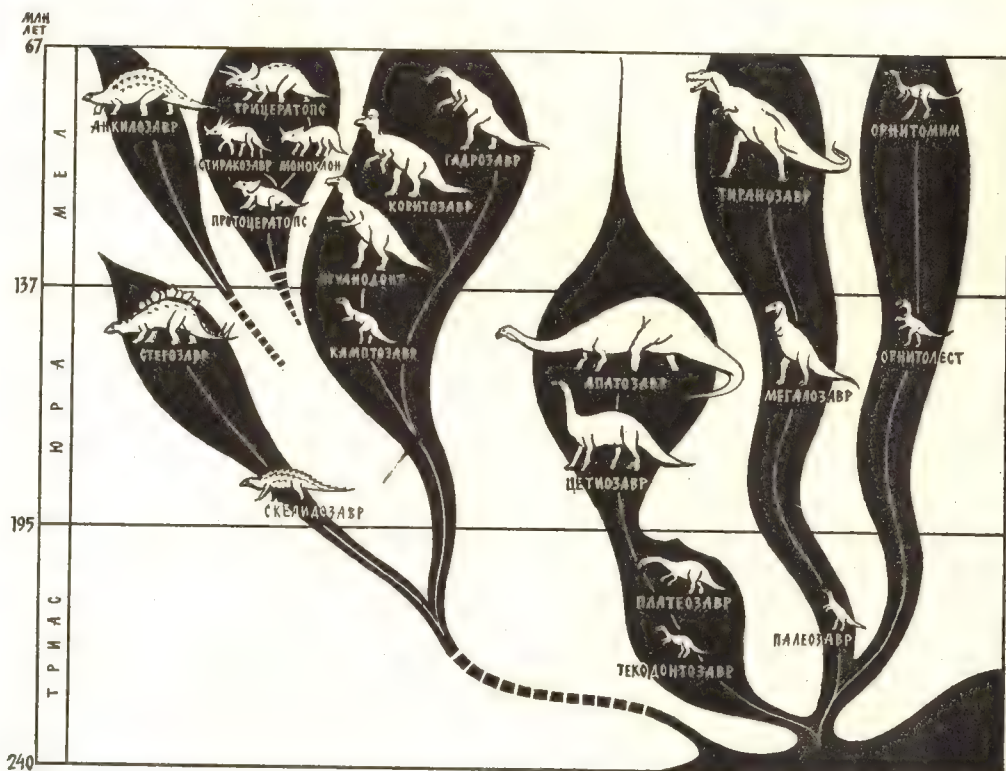
4. Стегозавр. Растительноядный динозавр, достигавший 6 метров длины. Громадные (до метра высотой) костные пластины защищали животное от хищников. Кроме того, стегозавр мог обороняться, размахивая мощным хвостом, снабженным на конце острыми шипами. Юрские и нижнемеловые отложения Европы, Восточной Африки и Северной Америки.

5. Трицератопс. Крупный (до 9 метров длиной) растительноядный динозавр. Три длинных выроста на голове служили ящеру защитой от хищников. Верхний мел Северной Америки.

6. Анкилозавр. Растительноядный динозавр, достигавший длины 5 метров. Был защищен панцирем из костных пластинок. Хвост нес на конце булавовидное утолщение из костных колец и острые шипы. Меловый период Европы и Северной Америки.

эта идея пришла в голову геологу, который лучше других специалистов должен знать все факты из истории нашей планеты. Автор этой гипотезы полагает, что некая комета, упав в море Тетис, внесла в него избыток  $\text{CO}_2$  и отравила воду солями синильной кислоты\*. В результате этого и погибли динозавры, которые, кстати говоря, обитали вовсе не в океане. Между тем

\* См. статью «Палеонтологический детектив». «Наука и жизнь» № 1, 1981 г.



на коренное население моря Тетис синильная кислота почему-то не оказала своего воздействия.

Однако дело не в этом. По мнению астрономов, ядро кометы состоит из смеси замороженных газов, пылинок и включает в себя каменные глыбы. Поэтому столкновение кометы с Землей не грозит последней никакой опасностью. При соприкосновении с земной атмосферой газы должны быстро испариться, и от ядра останутся разрозненные обломки, которые сгорят при проникновении в плотные слои атмосферы. Не опасен и шлейф, тянущийся за ядром. В мае 1910 года Земля прошла сквозь хвост кометы Галлея, но в земной атмосфере содержание углекислоты от этого не увеличилось, случаев отравления синильной кислотой также зарегистрировано не было.

8. Предположение о гибели морских рептилий мелового периода от изменения солености океанов и дефицита кальция выдвинуто нашим соотечественником геологом В. Елисеевым. Здесь есть о чем поговорить. Некоторые колебания солености Мирового океана на протяжении его истории действительно имели место. «Это наталкивает (В. Елисеева) на предположение, что соленость позднемелового океана стала ниже по сравнению с предыдущими эпохами». Почему предположение? Незначительное снижение солености Мирового океана в конце мелового периода — факт, давно установленный. Но какое он имеет отношение к вымиранию морских пресмы-

Кающихся? Ссылка В. Елисеева на авторитет академика А. Л. Яншина в данном случае неудачна. А. Л. Яншин в своей статье («Природа» № 7, 1978) совершенно правильно указывает на «вымирание многих таксонов морской стеногалинной фауны, то есть водных организмов, которые могут существовать лишь при небольших изменениях солености воды». Но ведь пресмыкающиеся как раз эвригалинны, то есть они способны переносить большие колебания солености воды. Солевой состав их внутренней среды регулируется сложными физиологическими механизмами. В море они попали с суши и из пресноводных бассейнов, и потому понижение солености, вплоть до полного опреснения, ничем им не грозит. Страшный хищник тропиков — современный гребнистый крокодил — может жить в озерах, реках и болотах, но и в море заплывает на тысячи километров от берега. Избыток попавшей в его организм морской соли выводится наружу специальными солевыми железами, расположенными в орбите глаза. Вот откуда пошло выражение «крокодиловы слезы».

Такие же железы есть у морской ящерицы галапагосской игуаны, у морских змей и морских черепах. Известный советский физиолог профессор А. Г. Гинецинский в своей монографии «Физиологические ме-



ханизмы водно-солевого равновесия» пишет по этому поводу следующее: «Что черепахи «плачут», было известно уже давно. Этот феномен наблюдается, когда животные выходят на берег для откладки яиц. Первоначальное антропоморфное предположение о том, что черепахи плачут от родовых болей, было заменено позднее более рациональным, согласно которому секреция слезных желез необходима для предохранения глаза от высыхания и отмывания песка. На самом же деле черепахи плачут в связи с осморегуляцией».

Так же «плакали» ихтиозавры и плезиозавры. Для них изменение солёности моря не играло существенной роли. Если уж понижение концентрации солей в меловой период и достигло критической величины, первыми из позвоночных животных должны были бы пострадать морские хрящевые рыбы, лишённые этой физиологической защиты и вынужденные жить при строго стабильных условиях солёности.

Теперь о дефиците кальция. Если в конце мелового периода солёность воды Мирового океана несколько снизилась, то это вовсе не означает, что в нём уменьшилось содержание солей кальция. Известно, что в сухом остатке от выпаривания морской воды 89% приходится на долю соединений натрия и магния с хлором, и лишь 0,3% на долю углекислого кальция. В сухом остатке от выпаривания речной воды углекислый кальций занимает первое место (свыше 60%), а хлориды и магний в сумме составляют лишь 5,2%. Так как все реки текут в море, они ежегодно выносят в него несметное количество углекислого кальция. Известно, что соли кальция мало растворимы, и потому они немедленно выпадали в осадок, отлагаясь на морском дне. Мировой океан — совершенно удивительная саморегулирующаяся система. Как только концентрация углекислого кальция в его водах начинает снижаться, ее недостаток незамедлительно пополняется в результате растворения осадочных пород. Запас их практически неисчерпаем, и потому приписывать вымирание ихтиозавров нехватке кальция нет никаких оснований.

Кроме всего прочего, в рассуждениях В. Елисеева имеется и еще одно существенное противоречие. Он совершенно правильно указывает, что ихтиозавры вымерли в середине мелового периода, а плезиозавры в его конце, но объясняет их гибель одной и той же причиной, имевшей место в конце мела. Это в стратиграфических таблицах конец нижнего мела и конец верхнего мела удалены один от другого на расстояние одной строчки, а на самом деле их разделяли десятки миллионов лет.

Итак, мы добрались до конца списка предполагаемых причин вымирания динозавров. Настала пора привести суждение по этому вопросу нашего виднейшего герпетолога (герпетология — наука о рептилиях) профессора П. В. Терентьева. «Разнохарак-

терными гипотезами зоологи и палеонтологи пытаются объяснить полное, почти внезапное вымирание динозавров в конце мела, но сама многочисленность этих попыток свидетельствует о нашем незнании. Несомненно, что имело место сочетание абиотических факторов с биотическими, а не действие какой-либо одной причины».

Один абиотический фактор, который действительно нельзя не принять во внимание, был уже отмечен. Это общее похолодание климата. Пресмыкающиеся — преимущественно теплолюбивые животные. Недаром большая их часть обитает в тропиках, а в полярных областях их практически нет. Из современных рептилий только два вида — обыкновенная гадюка и живородящая ящерица — проникли за Полярный круг, да и то лишь на небольшом участке Северной Европы, обогреваемом проходящими поблизости теплыми струями Гольфстрима.

Несомненно, что рептилии мелового периода должны были пострадать от общего похолодания климата: сократились места их обитания, уменьшилась численность и т. д. Но все это касается тех динозавров, которые дожили до конца мела. Почему-то все авторы теории катастроф забывают (или не знают), что подавляющее большинство видов динозавров вовсе не дожило до конца мела. Некоторые из них, например, стегозавры, вымерли (не оставив потомства) еще в юре или в самом начале мела. Другие же в процессе эволюции дали начало новым видам, но сами-то фактически тоже вымерли.

Достаточно посмотреть на прилагаемую таблицу истории развития динозавров, чтобы понять полную беспочвенность теории катастроф. Да ведь вся история жизни на Земле заключается в непрерывной смене форм. Отдельные группы организмов все время вымирали, уступая место другим. В разное время исчезали целые классы членистоногих (трилобиты, ракоскорпионы), иглокожих (шаровики, морские бутоны, карпоидеи и др.), большая группа граптолитов и даже целые типы животного царства (археоциаты). Их исчезновение не порождает никаких фантастических теорий, так как сами объекты мало кому известны, кроме специалистов-палеонтологов. Совсем иное дело динозавры или мамонты. Множество людей видело их скелеты или изображения в книгах, а кое-кто по мере сил пытался объяснить себе (и другим) причину их вымирания.

Выше уже говорилось об одном абиотическом факторе, причастном к вымиранию динозавров и ряда других современных им рептилий. Несомненно, имеются и другие. Огромное значение в этом процессе следует отнести также и биотическим причинам, как эндогенным, так и экзогенным. К первым причислим узкую специализацию, которая способствует процветанию вида при стабильных условиях, но оказывает ему дурную услугу в случае изменения условий среды. К числу важнейших экзогенных биотических факторов следует отнести межвидовую конкуренцию.

# УМЕЕТЕ ЛИ ВЫ ЧИТАТЬ?

НОВОЕ ПОСОБИЕ

Г. ГЕЦОВ.

В издательстве «Политическая литература» вышло в свет пособие «Как самостоятельно изучать политическую книгу» (М., 1982, 240 стр., тираж 200 000 экз.).

В книге, подготовленной редакцией журнала ЦК КПСС «Политическое самобразование», даны рекомендации о том, как ориентироваться в общественно-политической литературе, рассказывается о формах и методах индивидуальной работы с нею, культуре чтения, организации личной библиотеки и о других вопросах политического самобразования.

Книга рассчитана на пропагандистов и слушателей системы марксистско-ленинской учебы, на всех самостоятельно изучающих теорию и политику партии.

Наряду со специальными методическими рекомендациями в пособии даются и практические советы по

культуре чтения, записи прочитанного, составлению рефератов. Мы знакомим читателей журнала с некоторыми советами.

## РЕФЕРАТЫ

Подготовка реферата способствует всестороннему знакомству с литературой по избранной теме, создает возможность комплексно использовать приобретенные навыки работы с книгой, развивает самостоятельность мышления, умение на научной основе анализировать различные явления.

Нередко читатели не отличают запись в виде тематического конспекта от реферата. Поэтому было бы неправильно ограничить работу только объединением положений в нечто целое из разных источников. В подобном случае получится тематический конспект, а не реферат. Правда, для мно-

гих читателей, не имеющих серьезных навыков литературной работы, тематический конспект может стать промежуточным звеном в создании реферата, ибо, безусловно, способствует выработке активного, творческого мышления, умения выявлять главные проблемы, строить композиционно сложную, законченную работу на основе многочисленных источников.

Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по своему содержанию приближается к реферату, докладу по избранной теме, особенно в том случае, если включает собственный, пусть маленький вклад читателя в изучение избранной им проблемы. Под таким вкладом понимается не только пересказ изучаемого материала, но и выводы, сделанные и

Не случайно время вымирания «ужасных ящеров», птеродактилей и ихтиозавров совпало с началом бурного развития трех эволюционно прогрессивных групп позвоночных — млекопитающих, птиц и костистых рыб. Ихтиозавры и другие водные рептилии хотя и стояли на ступень выше рыб в зоологической системе, но уступали им в приспособлении к жизни в водной среде. Ведь рептилиям для дыхания приходилось постоянно подниматься к поверхности, а рыбам никогда не грозила опасность задохнуться в своей родной стихии.

Следует признать, что в концепции конкурентных отношений между ихтиозаврами и костистыми рыбами есть и слабые места. Так, с рыбами в океане успешно соперничают дышащие атмосферным воздухом дельфины. Возможно, теплокровность этих рыбоядных хищников, а может быть, и вы-

сокий уровень развития их нервной системы повышают их конкурентоспособность.

Самым слабым местом летающих ящеров, как это ни странно, было их крыло — разрыв тонкой кожистой перепонки лишил животное способности летать и обрекал на голодную смерть. Птеродактили не смогли выдержать конкуренции с птицами и уступили им свое место в воздушных просторах.

Млекопитающие мелового периода были небольшими существами, величиной с крысу (и уж, во всяком случае, не больше кошки), поэтому они не могли представлять непосредственную опасность для гигантских рептилий. Скорее всего антагонистические отношения между этими двумя группами были гораздо более сложными. В результате глобальных физико-географических причин в конце мелового периода



сформулированные читателем самостоятельно. Конспект призван способствовать работе мысли, а не подменять ее.

В отличие от тематического конспекта реферат требует несравненно большей творческой активности, самостоятельности в обобщении изученной литературы, умения логически стройно изложить материал, оценить различные точки зрения на исследуемую проблему, высказать о ней собственное мнение.

Следует не забывать о необходимости особой целеустремленности в работе, об организации активного чтения. Полезнее всегда изучать источники под углом зрения уже намеченной проблематики. Это экономит время, будит мысль читателя, позволяет составлять реферат в ходе работы с литературой.

Каждый проработанный источник прибавляет что-то новое к имеющимся у нас знаниям — и именно это новое мы стремимся вычленивать, усвоить, зафиксировать — или же вносит серьезную корректировку в сложившуюся у нас систему представлений. Такое активное чтение, усвоение и обработка источников и собственное литературное творчество не могут не привести к некоторым, порой

существенным изменениям в плане реферата. Не нужно бояться дополнить его новыми пунктами или отказаться от того или иного пункта, некоторые частные вопросы объединить в более крупные.

Если при изучении литературы главной задачей читателя было расчленение материала, выявление центральных идей, положений, то в период подготовки реферата идет другой процесс — синтез, обобщение положений, примеров, фактов, систематизация того ценного, важного, что мы поняли в результате усвоения темы.

Изученный материал в нашем изложении преобразуется, предстает в новой литературной форме, по-новому группируется, систематизируется.

Искусство собственных формулировок, составленных на основе всевозможных выписок, естественно, приходит к человеку, который хорошо усвоил прочитанное, включил новое в общую сумму своих знаний.

#### КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ МБА

...Большинство читателей, переступая порог библиотеки, не подозревают о том, что в этот момент они становятся потенциальными

#### ПАЗКА И ЖИЗНЬ ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

#### Научная организация личного труда

абонентами огромной системы источников информации. Особенность современных библиотек — их расширяющееся взаимодействие друг с другом, особенно в области обмена библиографической информацией и межбиблиотечного абонементов.

Порой нужного вам издания в библиотеке не оказывается. Тогда можно через межбиблиотечный абонемент (МБА) получить книгу из другой местной библиотеки или из другого города. Общегосударственная система МБА позволяет читателям библиотеки любого населенного пункта пользоваться в случае необходимости фондами крупнейших научных библиотек.

Но следует учесть некоторые ограничения: 1) художественная и учебная литература высылается только для научной и производственной работы; 2) редкие и особо ценные издания предоставляются только в виде микрофильмов и копий; 3) не высылаются подшивки газет, поэтому по МБА следует заказывать только фотокопии отдельных газетных статей.

изменились общие условия существования фауны и флоры. Постепенно сократилась кормовая база травоядных динозавров. Сокращение их численности и видового состава вызвало вымирание хищников. Млекопитающие оказались более гибкими, они легче приспосабливались к новым условиям. Вскоре они приобрели новое важнейшее преимущество — высокоразвитый головной мозг. Высшая нервная деятельность млекопитающих — вот тот биотический фактор, против которого оказались бесильны уходящие в прошлое гиганты.

Итак, опровергнуть современных сторонников теории катастроф оказалось крайне просто. Великий французский биолог Ж. Кювье, хотя и заблуждался в своих выводах, но выгодно отличался от своих будущих последователей глубоким знанием предмета. Кювье оперировал огром-

ным количеством вполне достоверных факторов, почему и стал победителем в диспуте.

Выяснение обстоятельств вымирания динозавров — дело крайне сложное. В рамках настоящей статьи не представляется возможным обсудить все аспекты этой проблемы. Поэтому отсылаем интересующихся к литературе.

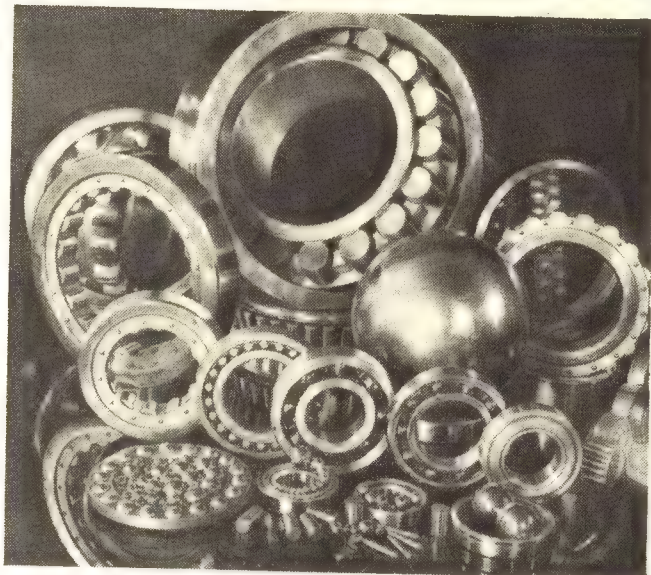
#### ЛИТЕРАТУРА

Габуния Л. Вымирание древних рептилий и млекопитающих, Тбилиси, 1969.

Давиташвили Л. Причины вымирания организмов, М., 1969.

Мартинсон Г. Загадки пустыни Гоби, М., «Наука», 1980.





Первый Государственный подшипниковый завод по праву считается флагманом отечественной подшипниковой промышленности. Решение о его строительстве было принято в 1929 году. История завода тесно связана с героическим трудом советского народа по осуществлению ленинского плана индустриализации страны. Завод был в числе 518 крупнейших промышленных объектов, сооружавшихся в пер-

## ФЛАГМАН ПОДШИПНИКОВОЙ



вой пятилетке, и был объявлен первоочередной ударной стройкой.

Начали строить завод в сентябре 1930 года. А в конце марта 1932 года уже вступила в строй его первая очередь с производственной мощностью 24 миллиона подшипников в год. К концу второй пятилетки проектную мощность удалось превысить в 1,5 раза.

Бурное развитие промышленности Советского Союза, необходимость укрепления обороны страны требовали постоянного увеличения объема производства подшипников, расширения их номенклатуры и улучшения качества. Началась борьба за внедрение новой прогрессивной технологии, новой организации труда.

Некоторые образцы подшипников, изготавливаемых на заводе.

Здание заводууправления и информационно-вычислительного центра ГПЗ-1. 1982 г.

Заводууправление ГПЗ-1. 1932 г.





# Т-34 против «Тигра»

А. ВОЛГИН

Во второй половине Великой Отечественной войны наряду с танками грозной силой на полях сражений стали самоходные орудия. Принятое в октябре 1942 года постановление Государственного Комитета Обороны о развертывании массового выпуска самоходных артиллерийских установок (САУ) подвело черту под спорами военных специалистов о роли этого вида боевой техники в военных действиях. Полемика по поводу нужности или ненужности самоходной артиллерии развернулась еще в 30-е годы. У этого вида артиллерии были и сторонники, результатом деятельности которых стали разработки и выпуск малыми сериями отечественных самоходных артиллерийских установок разных классов, и противники, особенно среди танкистов, которые считали самоходные орудия из-за их невращающейся броневого рубки (так на САУ называют башню) лишь ухудшенными танками.

И только опыт военных действий, а также анализ применения самоходных орудий противником показали целесообразность использования САУ в широких масштабах. Главным доводом в пользу самоходной артиллерии послужили поиски методов борьбы с массированным применением танков немецко-фашистскими войсками. В первый период войны борьба с ними легла в основном на артиллерию, так как имевшихся в наших войсках танков Т-34 и КВ было недостаточно для противоборства с танковыми клиньями вермахта, насчитывающими многие сотни машин. Основным способом ведения огня по танкам всегда была стрельба прямой наводкой, когда орудие и танк находятся в пределах прямой видимости друг друга. В этой ситуации орудийный расчет оказывался практически ничем не защищенным от огня бронированного противника. И нередко, прежде чем танк подходил на дистанцию эффективного выстрела противотанковой пушки, ее расчет оказывался выведенным из строя даже не прямыми попаданиями, а осколками и взрывной волной. Кроме того, скоротечность боя, вызванная высокой маневренностью танков, требовала быстро развернуть пушки, нередко в обратную сторону, быстро сменить позицию, и часто такая быстрота была не под силу поредевшему расчету. В этих условиях уменьшать потери и увеличить эффективность артиллерийского огня могли только броня и мотор.

Надо заметить, что роль САУ не ограничивалась только лишь борьбой с танками. Другая важная сфера применения самоходной артиллерии — непосредственное сопровождение пехоты в наступлении. Обычно легкая артиллерия сопровождает пехоту для того, чтобы в нужный момент поддержать атакующих стрельбой прямой наводкой, подавить огневые точки противника. Расчеты на руках катят свои пушки в цепях наступ-

пающей пехоты, несут на себе снаряды, и все это под огнем противника, для которого орудие представляет собой заманчивую цель. И здесь замена обычных пушек бронированными самоходными оказывает неоценимую помощь. В апреле 1943 года начальник штаба артиллерии генерал Ф. А. Самсонов докладывал Государственному Комитету Обороны: «Опыт показал, что самоходные орудия нужны, так как ни один другой вид артиллерии не дал такого эффекта в непрерывном сопровождении атак пехоты и танков и во взаимодействии с ними в ближнем бою».

При всем сходстве требования к самоходному орудию отличаются от требований, предъявляемых к танку. Прежде всего при равном весе машин орудие САУ должно быть более мощным и дальнобойным, чтобы поразить танк еще на подходе, когда сама САУ остается вне досягаемости его выстрелов. Мощную пушку разместить во вращающейся башне наподобие танковой не удавалось, так как в период войны САУ выпускали на базе корпусов и ходовой части серийных танков. Поэтому пушку установили в неподвижную броневую рубку. При наводке ствол орудия отклонялся по горизонтали лишь в пределах 20°. Большие углы требовали поворота всей машины. Только много лет спустя после второй мировой войны стали выпускать самоходные орудия с вращающейся башней и специально сконструированными броневыми корпусами и ходовой частью.

Идея самоходного артиллерийского орудия родилась еще в период первой мировой войны. Заметим, что многие первые танки не имели вращающейся башни и по современным понятиям были самоходными орудиями. Бронепоезда, которые тогда широко строили и применяли, представляли собой целые бронированные батареи. Мощные пушки устанавливали и на броневомобили. В России выпускалось несколько моделей пушечных броневиков, вооруженных 76-мм пушкой.

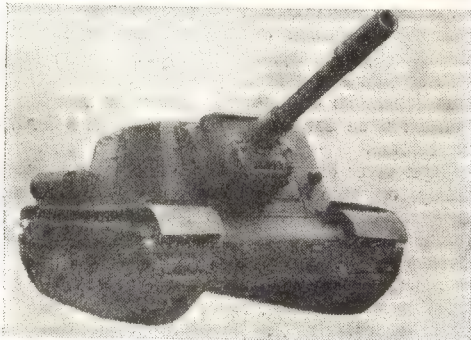
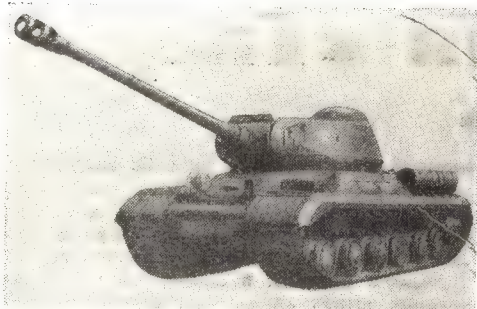
В советское время была проведена большая работа по созданию опытных конструкций САУ различных классов и назначений: от легких батальонных, разработанных еще в 1923 году, до зенитных (1935 год). САУ крупного калибра — 130 мм и 152 мм — выпускали в небольшом количестве с 1939 года. Они приняли участие в битве за Москву осенью и зимой 1941 года. В начале войны было выпущено 100 самоходок САУ-ЗИС-30. Эта конструкция представляла собой пушку ЗИС-30 калибра 57 мм, установленную на шасси частично бронированного артиллерийского тягача «Комсомолец».

● СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Военная техника

Окончание (начало см. № 12, 1981 г.).

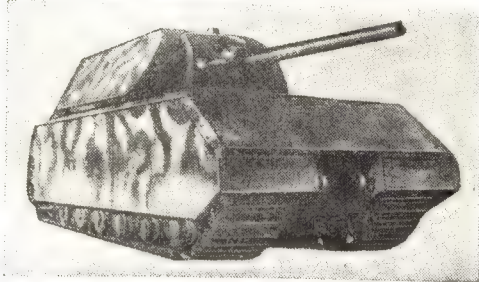




ИСУ-152 — самая мощная артиллерийская самоходная установка, применявшаяся на фронтах Великой Отечественной войны. Калибр гаубицы-пушки 152 мм. Машина поступила на фронт в 1944 году, масса — 46 тонн, максимальная скорость — 35 км/час, экипаж — 5 человек.



Немецкое штурмовое орудие «Фердинанд». На первые образцы машины устанавливали два (иногда три) дизеля с электрической трансмиссией. Из-за недоработки конструкции на модификации машины, известной под названием «Элефант» (выпущено около 80 штук), дизели были заменены бензиновыми двигателями. 65-тонная машина имела максимальную скорость 32 км/час. Бронирование «Элефанта» — самое мощное среди серийных танков Германии. Лобовая броня — от 102 до 200 мм, бортовая — 83 мм. На тяжелой САУ «Ягд-Тигр», изготавливавшейся в единичных экземплярах и предназначенной специально для борьбы с ИС-2, ставилась 128-мм пушка.



Танк ИС-2. Вооружен 122-мм пушкой, спаренной с 7,62-мм пулеметом, зенитным пулеметом 12,7 мм. 550-сильный двигатель сообщает машине массой 45 тонн максимальную скорость около 43 км/час. Экипаж — 4 человека. В корме башни размещается пулемет. Не совсем удачная форма башни была улучшена при создании ИС-3.

Сразу же после постановления ГКО началась энергичная работа по развертыванию массового выпуска САУ. Накопленный опыт их проектирования позволил предельно сократить сроки освоения новой техники. В конце 1942 — начале 1943 года впервые партии САУ были изготовлены и отправлены на фронт. СУ-152 на базе танка KB-1с была сконструирована и выпущена для испытаний уже к концу января 1943 года. Некоторые танковые заводы полностью или частично перешли на производство самоходных орудий.

В 1943 году был прекращен выпуск легких танков, так как этот тип танка в дальнейшем ходе войны не мог вести успешных боевых действий. Однако на базе легкого танка Т-70 было начато производство СУ-76, предназначенной в основном для сопровождения пехоты, с дивизионной пушкой калибром 76 мм. Чтобы сохранить приемлемой массу машины, в модификации СУ-76М пришлось отказаться от полного бронирования — боевое отделение сверху не было закрыто броней, что делало установку сравнительно уязвимой. СУ-76 принадлежит своеобразный рекорд: из всех самоходных орудий второй мировой войны она была выпущена в наибольшем количестве — 12 612 машин. Интересно, что 1200 самоходок СУ-76 (под индексом «И») были изготовлены на шасси трофейного немецкого танка Т-III.

К 1943 году танк Т-34 стал самым массовым в войсках. Его конструкция непрерывно отрабатывается и улучшается. В этот период упростился броневой корпус, став более прочным, вместо четырехступенчатой коробки перемены передач была введена пятиступенчатая, улучшившая тяговые характеристики машины. Прежде к числу недостатков Т-34 относилась неудовлетворительная обзорность из танка, она была улучшена за счет установки специальной командирской башенки. Подверглись усовершенствованию и многие другие узлы машины. В это же время на базе Т-34 начался выпуск самоходных артиллерийских установок СУ-122, вооруженных 122-мм гаубицей, несколько позже СУ-85, а в 1944 году СУ-100 (соответственно с пушками 85 мм на основе зенитного орудия и 100 мм на базе морского орудия).

Таким образом, к лету 1943 года, переломному лету войны, наша армия смогла про-

сверхтяжелый танк «Маус» (Порше-205). Разработка немецкого конструктора танков Ф. Порше совместно с фирмой Круппа. Создан в 1944 году по требованию Гитлера. 100-тонный танк вооружен 128-мм зенитной пушкой, в дальнейшем предполагалась замена на 150-мм орудие. Построено 3 опытных экземпляра машины. Перед концом войны велась также разработка 150-тонного танка «Карл» (фирма Круппа). При тогдашних инженерных средствах обеспечения движения танков, в частности по мостам, боевая ценность сверхтяжелых танков оспаривалась многими специалистами.



тивопоставить новому «решающему оружию победы» гитлеровской Германии — тяжелым танкам (к ним перешла эта роль от прежнего «решающего» оружия — авиации) — целый ряд мощных самоходных артиллерийских установок и модернизированных танков. К этому надо прибавить начавшую поступать в войска грозную 57-мм противотанковую пушку ЗИС-2, а также эффективные типы бронебойных снарядов для танковой и противотанковой артиллерии. Вот такое оружие ждало «Тигры» и «Пантеры» под Курском. Исход Курской битвы хорошо известен.

**В**ысокие боевые качества и постоянно возрастающее количество советских танков вынудили фашистскую Германию уже в первом периоде войны увеличить производство самоходных артиллерийских установок.

Еще перед войной вермахт имел в своем распоряжении самоходные орудия нескольких типов, преимущественно небольших калибров. К летней кампании 1942 года наряду с модернизацией танков Т-III и Т-IV, предпринятой в безуспешной попытке поднять их боевые качества до уровня Т-34, началось производство самоходных орудий средних калибров (75 мм) на базе легких и средних танков. Однако ни модернизированные танки, ни самоходные орудия не могли сравниться с мощью Т-34. По-прежнему сохранилось его огневое превосходство над противником, а усиление брони немецких танков (до 50 мм вместо 30 мм), не спасая от огня наших танков и противотанковых пушек, ухудшило их подвижность и проходимость.

Во втором периоде войны на базе «Тигра» и «Пантеры» немецкая промышленность начала выпускать самоходные орудия. Самым устрашающим должно было стать самоходное орудие «Фердинанд», построенное на шасси одного из вариантов «Тигра». Эта машина представляет собой пример просчета конструкторской мысли. Тяга к гигантизму, созданию всепорожающего и притом неуязвимого «абсолютного оружия» отодвинула на задний план реальность боевого применения. Масса «Фердинанда» составляла 68 тонн при толщине лобовой брони 200 мм. Вооружение состояло из 88-мм пушки с высокой начальной скоростью снаряда. Двигатели же (их стояло два) имели недостаточную мощность и сообщали максимальную скорость 32 км/час. В итоге получилась тяжелобронированная машина с мощной пушкой, но явно недостаточной подвижностью и проходимостью. В первых же боях «Фердинанд» показал свою непригодность и вскоре был снят с производства. Выпуск «Фердинандов» (и его разновидности «Элефант»), о борьбе с которыми часто упоминается в художественной литературе, составил всего 120 машин.

Из всех многочисленных типов самоходных артиллерийских установок, построенных в фашистской Германии, лучшей считается «Ягд-Пантера». При массе 46 тонн машина имела броню 80 мм, рациональный наклон броневых листов корпуса и доста-



М. И. Кошкин (1898—1940). Главный конструктор танкового КБ Харьковского завода имени Коминтерна, на котором был создан танк Т-34.

точно мощный двигатель, с которым она развивала скорость 45 км/час. Вооружена «Ягд-Пантера» была мощной длинноствольной 88-мм пушкой с очень высокой начальной скоростью снаряда. Уменьшение толщины брони было связано с тем, что противотанковая артиллерия обеих воюющих сторон стала широко применять кумулятивные снаряды, легко пробивавшие броню до 300—400 мм. Это делало нецелесообразным ее наращивание в ущерб подвижности. В два последних года войны самоходные орудия стали играть ведущую роль в бронетанковых силах вермахта, а их производство превысило производство танков.

Вся выпущенная фашистской Германией бронетанковая техника второго периода войны отличалась мощной броней. Но качество ее было невысоким, так как металлургические заводы не имели нужного количества легирующих добавок, которые в мирное время ввозились из-за границы. Лобовая броня самого мощного 70-тонного серийного танка «Королевский тигр» была хрупкой и раскалывалась иногда даже при попадании осколочно-фугасного снаряда большого калибра.

Тяжелое бронирование при отсутствии двигателей достаточной мощности ухудшало подвижность немецких танков. Для сравнения заметим, что самый мощный советский тяжелый танк ИС-2 был примерно равен по массе «Пантере», хотя имел пушку 122 мм. К концу войны Т-34 и ИС-2, а также самоходные орудия калибром 100—152 мм, построенные на их базе, по-прежнему имели огневое превосходство над противником, несмотря на то, что на «Тигры» и «Пантеры» стали ставить новые мощные пушки.

Установка на «Тиграх» 88-мм пушки, созданной на базе зенитного орудия, позволила наиболее быстро разрешить кризис в танковом вооружении. Однако при хороших





Н. Р. Бриллинг. Член-корреспондент АН СССР, основатель практической школы двигателестроения, основатель и директор НАМИ в 1921—1928 гг.

баллистических данных это орудие было плохо приспособлено к работе в танке, в частности требовало установки большой башни. Выпущенную несколько позднее для «Пантеры» 75-мм танковую пушку со скоростью снаряда 1200 м/с можно отнести к удачному образцу вооружения.

К концу войны немецкие конструкторы для усиления огневой мощи предприняли попытки поставить на танки безоткатные пушки. Две пушки укреплялись по бокам башни под защитой броневых экранов. Однако трудности заряжания через люки в башне, особенно под огнем, и сложность управления орудиями не были преодолены. Эти конструкции остались на стадии экспериментальных образцов.

**Т**анковые битвы Великой Отечественной войны были выиграны не только на поле боя, они были выиграны за чертежными досками и в цехах заводов. Победа стратегии



отечественной конструкторской мысли заключалась в правильном решении основных вопросов, определяющих свойства танков как боевых машин.

Танк — это совокупность вооружения брони и двигателя. Только правильное сочетание всех трех элементов делает машину боеспособной. Известно много примеров, когда преобладание того или иного качества в ущерб другим сводило на нет ценность танка в бою. Советские конструкторы сосредоточили внимание на главном — мощи танковой пушки, броневой защите, большой скорости на пересеченной местности и проходимости по бездорожью.

Первое слабое — мощное вооружение — явилось результатом целенаправленных работ по созданию танковых и противотанковых пушек. Традиции мощного пушечного вооружения броневых сил восходят к броневикам периода первой мировой войны. Как уже упоминалось, пушечные броневики русской армии были вооружены пушкой, созданной на базе отличного 76-мм дивизионного орудия Путиловского завода (образца 1902 года), знаменитой «трехдоймовки».

В 1932 году Артиллерийское управление Наркомата обороны выдало задание на разработку новых дивизионных пушек, пригодных в том числе для противодействия танкам. Одновременно начались работы над специальными танковыми пушками. Их конструкция во многом совпадала с образцами принятых на вооружение дивизионных пушек, что в условиях военного времени давало существенные выгоды, упрощало ремонт. Тогда же приступили к проектированию более мощных 85-мм танковых пушек и стали рассматривать переход к калибрам 107 мм и 122 мм.

Танки Т-34 первых выпусков были вооружены 76-мм пушкой Ф-34 конструкции В. Г. Грабина, имевшей довольно высокую начальную скорость снаряда. В начале войны за счет удлинения ствола удалось дополнительно увеличить скорость снаряда до 662 м/с. Мощность пушки Т-34 превосходила мощность пушки основного немецкого танка первого периода войны Т-III в 7,6 раза. Она имела большую скорострельность — 15 выстрелов в минуту при весьма хорошей кучности боя.

В первой половине 1940 года конструктором В. Г. Грабиным были созданы опытные танковые пушки 85-мм и 107-мм и 57-мм противотанковая пушка, известная под названием ЗИС-2. Все пушки новых образцов были слишком мощны для своего времени. Даже 76-мм пушка Т-34 пробивала броню немецких танков с дистанции 1,5—2 км, тогда как немецкие танки могли поразить Т-34 только с 500 м, да и то лишь в том случае, если снаряд попадал в бортовую или кормовую часть.

Профессор А. Д. Чаромский (фото 1981 г.).



Мощность ЗИС-2 оказалась столь велика, что ее снаряды пробивали навывлет любые серийные танки, существовавшие на начало войны. Так как у нее не было достойных бронированных целей, в начале войны выпуск пушки был приостановлен и возобновлен лишь весной 1943 года, когда ожидалось появление на полях сражения «Пантер» и «Тигров». На базе ЗИС-2 были разработаны дивизионные пушки ЗИС-3, которые даже по признанию руководства вермахта были лучшими дивизионными орудиями второй мировой войны.

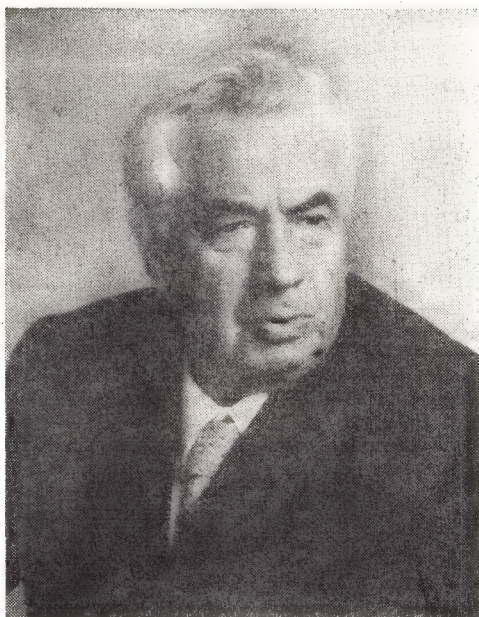
Для борьбы с «Тиграми» и «Пантерами» вооружение Т-34 также решено было усилить. С конца 1943 года на танк стали ставить 85-мм орудие конструкции Ф. Ф. Петрова на базе зенитной пушки, а затем специально танковую 85-мм пушку ЗИС-С-53 конструкции В. Г. Грабина. Танк с этим вооружением, получивший индекс Т-34-85, прошел до самого конца войны. Огнем именно этого танка были уничтожены первые образцы «Королевских тигров».

На тяжелом танке ИС-2 конструкции Ж. Я. Котина и Н. А. Духова, сменившем в 1943 году КВ, устанавливали уже 122-мм пушку. Ее мощность в 1,5 раза превышала мощность 88-мм пушки «Королевского тигра».

**С** первых шагов танкостроения в нашей стране была принята линия на применение двигателей на тяжелом топливе. В первом конкурсе на создание танков, объявленном в 1919 году, оговаривалось условие, что двигатель должен работать на тяжелом топливе. Это было принципиальным новшеством.

Первый двигатель на тяжелом топливе (керосине) был построен в нашей стране Е. А. Яковлевым в 1889 году. Этот двигатель имел зажигание от калильной трубки. Он выпускался серийно на заводе, основанном изобретателем. Несколько позднее, в 1892 году, на Петербургском механическом заводе Э. Нобеля (ныне завод «Русский дизель») впервые в мире был создан работоспособный двигатель с внутренним смесеобразованием, известный ныне как дизельный двигатель. Свой вариант двигателя с воспламенением от сжатия Р. Дизель продемонстрировал впервые в 1897 году. Впоследствии, когда во многих странах началось производство двигателей, работавших на тяжелом топливе, они получили название дизелей. Однако в журналах того времени (например, русский журнал «Теплоход» за 1911 год) еще шла полемика о правомочно-

Дизельный двигатель завода Э. Нобеля (1911 г.) Для него присущи многие черты современных V-образных двигателей: компоновка, литровая мощность, отношение хода поршня к его диаметру, обороты, масса близки к характеристикам современных двигателей. Двигатели завода Э. Нобеля отличались исключительной надежностью и долговечностью. Дизели (3×120 л. с.) были установлены на первом в мире русском теплоходе «Вандал» (1903 г.). Второй теплоход «Сармат» (1904 г.) с двигателями той же фирмы проработал до конца Великой Отечественной войны. «Сармат» перевозил военные грузы между Ленинградом и Кронштадтом.

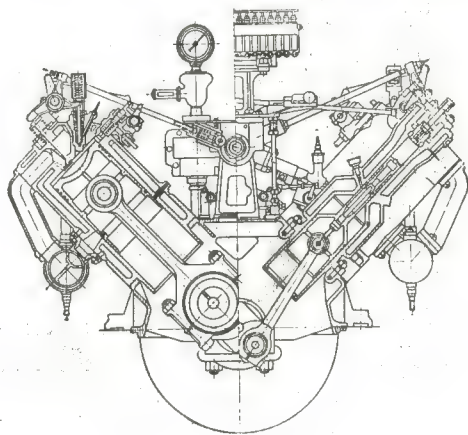


Профессор А. К. Дьячков (фото 1981 г.).

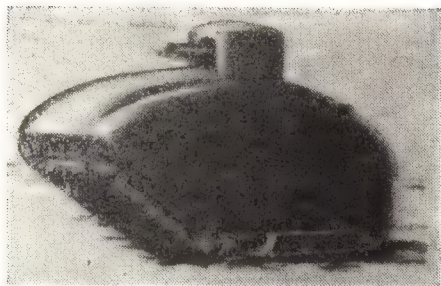
сти присвоения имени Р. Дизеля уже известному типу двигателя.

На том же заводе Э. Нобеля в 1911 году начали выпускать V-образный двигатель на тяжелом топливе, который даже с современной точки зрения представлял собой весьма совершенную конструкцию. Он был выполнен из стали, бронзы и алюминия и при массе в 2 тонны развивал мощность 200 л. с.

Разработка быстроходных дизельных двигателей для транспортных целей в 30-е годы стала возможной благодаря тому, что еще перед первой мировой войной в некоторых вузах были организованы кафедры, готовившие специалистов по двигателям внутреннего сгорания. Большой вклад в двигателестроение внесли воспитанники МВТУ. Профессор В. И. Гриневецкий, впоследствии ректор МВТУ, был одним из создателей научной школы двигателестроения.







В 1907 году, на два десятилетия опередив ученых ведущих промышленных стран, он опубликовал книгу о методике расчета рабочих циклов двигателей внутреннего сгорания.

Учеником школы В. И. Гриневецкого профессором Н. Р. Бриллином в 1918 году был организован научный автомоторный институт (НАМИ), ставший родоначальником нескольких научных институтов в области двигателестроения (НАТИ, ЦИАМ). В стенах этих институтов родились прототипы основных двигателей, применявшихся в авиации, танкостроении и на флоте.

К концу 20-х годов в НАМИ были заложены научно-технические предпосылки для создания танковых двигателей. Конструкторские разработки в этом направлении начались уже в НАТИ в 1931 году. Создание двигателя было поручено главному конструктору отдела двигателей тяжелого топлива А. К. Дьячкову. В короткие сроки — уже к 1932 году — были выпущены рабочие чертежи двигателя, получившего марку Д-300, и переданы для изготовления по ним опытных образцов на Харьковский паровозостроительный завод. При массе около 1200 кг короткоходный V-образный 12-цилиндровый двигатель без наддува имел мощность 300 л. с. Такая мощность, а также компактные габариты, не превышающие габаритов тогдашних авиационных двигателей, были определены техническим заданием.

Освоение двигателя со столь высокими характеристиками представляло в то время большие трудности. Работы над опытными экземплярами на ХПЗ затягивались. Тогда по решению Наркомата тяжелого машиностроения в 1933 году изготовление Д-300 было передано на Ленинградский опытный завод имени С. М. Кирова. Несмотря на многие трудности, в 1935 году был изготовлен один экземпляр двигателя. Его установили на танк БТ-5 и испытывали в течение года. Испытания прошли успешно, и танк с новым двигателем был показан наркому Г. К. Орджоникидзе.

Одновременно с работой над дизелями для наземных транспортных средств в ЦИАМе — выделившемся из НАМИ институте авиационного моторостроения — велась разработка дизелей для установки на самолеты и дирижабли.

В 1931—1933 годах начальником отдела перспективных двигателей А. Д. Чаромским был создан авиационный двигатель тяжелого топлива АН-1. Этот двигатель, отличав-

Вездеход А. А. Пороховщикова — первый построенный в нашей стране танк (1915 г.). Многие идеи, заложенные в конструкции, представляют интерес и сегодня. Машина предназначена для одного бойца, вооружена пулеметом для стрельбы по наземным и воздушным целям. Вездеход имел моногусеницу, что придавало ему отличную проходимость, а также позволяло полностью бронировать ходовую часть. При герметизации корпус был рассчитан на плавание. Некоторые узлы использовались в серийном советском танке МС-1 (1927 г.).

ший высокой экономичностью, послужил основой для ряда мощных быстроходных двигателей, применяющихся и по сей день. Незадолго перед войной был подготовлен беспосадочный передет вокруг Земли самолета с двигателем Чаромского. Однако разразившаяся война не дала возможности осуществить этот сенсационный проект. Авиационные дизели Чаромского ставили на часть бомбардировщиков Ер-2 и Пе-8, принявших участие в Великой Отечественной войне.

Опыт работы по созданию легких, быстроходных авиационных дизелей с их высокой культурой проектирования и производства был использован при постройке на ХПЗ более мощного варианта танкового двигателя БД-2 (400 л. с.). В его разработке приняли участие К. Ф. Челпан, Т. П. Чупахин, И. Я. Трашутин и другие. В конце 1933 года опытный образец был установлен для испытаний на танк БТ-5. Однако обнаружившиеся дефекты потребовали доводки конструкции. В продолжение нескольких лет шли работы по повышению надежности узлов, увеличению ресурса. В итоге в 1939 году двигатель под маркой В-2 был запущен в серийное производство. Некоторые авиационные черты его конструкции сохранились в течение всей войны.

В-2 и его более мощные модификации (до 600 л. с.) устанавливали на танк БТ-7М, а также на все танки Т-34, КВ, ИС и самоходные орудия на их базе. Таким образом, этот двигатель явился единым двигателем для подавляющего большинства бронетанковой техники со всеми вытекающими отсюда выгодами производства и ремонта в военной обстановке.

Двигатель В-2 намного опередил свое время и составил эпоху в мировом двигателестроении. Конструкция оказалась настолько удачной, что его модификации выпускают и в настоящее время.

**Ф**ашистская Германия не смогла создать единого танкового двигателя. В результате чего в эксплуатации находились бензиновые моторы многих моделей. Это приводило к необходимости выпускать большую номенклатуру запасных частей, усложняло организацию ремонта и обучение экипажей. По тяговым характеристикам бензиновые двигатели были хорошо приспособлены для движения танков по твердым дорогам с достаточной скоростью. Однако в бездорожье и распутицу, когда приходилось двигаться на пониженных передачах, моторы быстро выходили из строя.

Несмотря на все усилия, германским конструкторам не удалось применить на тан-



Современный советский танк Т-72. Вооружен 125-мм пушкой, 7,62-мм пулеметом, спаренным с пушкой, зенитным пулеметом 12,7 мм. Оборудован приборами ночного видения для вождения и стрельбы. В отличие от танков второй мировой войны может вести стрельбу с закрытых огневых позиций. Двигатель мощностью 780 л. с. придает машине массой в 41 тонну максимальную скорость 60 км/час. Преодолевает водные препятствия по дну. Автоматическое заряджение пушки позволило сократить экипаж до 3 человек.



ках дизели, хотя, как писал после войны генерал вермахта Г. Гудериан, «двигатель танка должен считаться таким же оружием, как и пушка». Когда же после сражения под Москвой предложения со стороны танкистов поставить на танки дизель превратились в настоячивые требования, были приняты попытки решить проблему, казалось бы, простейшим путем — скопировать В-2. Но сделать это не удалось, так как германская промышленность не сумела воссоздать в условиях войны технологию, применявшуюся нашими моторостроителями.

В послевоенных мемуарах и исторических работах многие иностранные авторы связывают факты слабости бронетанковой техники фашистской Германии с саботажем и предательством, а нередко и прямо с успешными действиями разведки противной стороны.

Как пример крупного просчета называют вступление фашистской Германии в войну с СССР, имея на вооружении танки с противотанковым бронированием и слабыми пушками, в то время, как Советская Армия располагала новыми мощными танками с противоснарядной броней. Германские офицеры после боев в Польше и во Франции высказывали критику в адрес бронетанкового вооружения вермахта, считая, что победы там были одержаны не за счет превосходства техники, а за счет правильного ее применения. Однако вышестоящее командование указало им, что планируемые в дальнейшем военные действия будут скоротечными, а поэтому противник (читай — СССР) не сможет использовать преимущества своих сравнительно малочисленных новых танков. Кроме того, делалась ставка на недавно разработанные секретные подкалиберные снаряды и снаряды с кумулятивными зарядами и было обещано, что в случае необходимости они могут быть поданы на фронт в нужном количестве.

Тем не менее высшее руководство рассматривало вопрос о недостаточной мощности танковых пушек. Как наиболее быстрое решение вопроса было предложено увеличить длину ствола 50-мм пушки танка Т-III. Однако реализовали его лишь частично: длину ствола увеличили, но незначительно.

Другим доводом считают уже упоминавшееся отсутствие до конца войны танкового дизель-мотора, хотя в Германии того времени выпускались дизели для грузовых автомобилей, самолетов и судов. Западногерманский историк Р. Лузар в книге «Немецкое обычное и секретное оружие второй мировой войны» пишет, что до войны и после ее начала со стороны отдельных конструкторов и военных были предложения осна-

стить танки дизельными двигателями. Но их отвергали, мотивируя отказ коммерческой заинтересованностью предлагающих. В итоге, как известно, дальность хода на одной заправке танка ИС составляла 220 км, а «Королевского тигра» — 120 км. Несравненно большей была и пожароопасность немецких танков.

К необъяснимым решениям относят затягивание «Тигров» и «Пантер», а также отсутствие у части «Тигров» пулеметов, что делало их беспомощными перед пехотой в ближнем бою, и многие другие примеры.

Однако, анализируя причины проигрыша танковой промышленности фашистской Германии в соревновании с советским танкостроением, нельзя признать приведенные доводы достаточно убедительными. С этих позиций невозможно объяснить выработку военной стратегии и связанный с ней выбор типов танков, принимаемых на вооружение, срыв производственных программ в промышленности, принятие непродуманных и успешных конструкторских решений.

Тем ярче с дистанции сегодняшнего дня видятся нам успехи советского танкостроения. Вместе с конструкторами оружие победы ковали рабочие и инженеры танковых заводов, металлурги и многие другие герои трудового фронта. Это их усилиями в течение войны фронту было дано 102 500 танков и самоходных орудий, что почти в два раза превысило объем выпуска бронетанковой техники в фашистской Германии.

Советской промышленности удалось создать средний танк Т-34, который благодаря простоте и технологичности конструкции был приспособлен к массовому конвейерному производству в условиях военного времени. Этот танк без серьезных переделок прошел всю войну и послужил образцом для создания танков в Германии («Пантера»), а после войны — и в других странах. Другим крупнейшим достижением является создание уникального, опередившего свое время танкового дизеля.

Фашистская Германия не смогла выработать единой политики в бронетанковой технике, результатом чего явилось создание многочисленных — около 230 — образцов танков и самоходных орудий. Постоянные замены одной неудачной конструкции другой, разнотипность двигателей — все это привело к неоправданному распылению сил и в конечном итоге к кризису в области танкового вооружения.

Прочно заняв в период Великой Отечественной войны лидирующее место, советское танкостроение оказало определяющее влияние на развитие всей мировой танковой мысли и сохраняет это положение сегодня.

# ВОЗРОЖДЕНИЕ ДЛЯ ЭКОНОМИИ

Доктор геолого-минералогических наук М. ГОЛИЦЫН  
[Бессоюзный институт экономики минерального сырья и геологоразведочных работ].

Сегодня во всем мире в научных работах, на страницах газет и журналов самыми разными специалистами на самых различных уровнях обсуждаются проекты возрождения эры угля.

Дело в том, что это один из наиболее стабильных и надежных энергетических источников. Его запасы во много раз превышают ресурсы других горючих ископаемых. По прогнозам, доля угля в мировом топливно-энергетическом балансе к 2000 году повысится до 25, а к 2020 году — до 36 процентов.

В нашей стране предусмотрены высокие темпы развития угольной промышленности. Сегодня добыча угля в СССР превышает 716 миллионов тонн в год и в перспективе будет расти. На наших глазах рождаются Павлодар-Экибастузский, Южно-Якутский, Канско-Ачинский территориально-производственные комплексы, основу которых составляют именно угольные ресурсы.

Возрождение эры угля означает не только рост абсолютных цифр его добычи, но и строжайший режим экономии на всех стадиях производства и потребления этого вида топлива. Ведь ископаемый уголь остается единственным крупным топливным ресурсом человечества. Предполагается, что он, как вид топлива, со временем заменит нефть и газ, что само по себе и немаловажно. Но дело не только в этом.

Сфера применения угля благодаря научно-техническому прогрессу непрерывно расширяется. Кроме традиционных направлений — энергетики и коксования, уголь используется в электротехнике, стройиндустрии, сельском хозяйстве. Сегодня уже созданы установки для получения из угля синтетического жидкого и газообразного топлива и ценного сырья для химической промышленности.

## ПЕРВЫЙ ЭТАП ЭКОНОМИИ

Рациональное размещение добычи и переработки угля — это первый этап стратегии экономии ископаемого топлива. Как известно, в восточных районах страны со-

средоточены основные угольные ресурсы СССР. Причем достигнутая здесь производительность труда на добыче угля в несколько раз выше, чем в европейской части страны. Именно за счет восточных районов, в первую очередь в Кузнецком и Канско-Ачинском бассейнах, будет обеспечиваться прирост добычи угля в целом по СССР. А это дает возможность развивать в этих районах производства, требующие много топлива, — строить электростанции, металлургические и машиностроительные заводы.

Подобная ситуация складывается и в Казахстане, где развитие Карагандинского, Экибастузского и вновь осваиваемого Тургайского бассейнов позволяет коренным образом улучшить энергоснабжение не только близлежащих районов Сибири и Казахстана, но и европейской части страны, а также Урала.

Мы все привыкли к неразрывности понятий «уголь» и «шахты». Между тем открытый способ добычи угля завоевывает все более прочные позиции, потому что он позволяет достичь в карьерах гораздо большей производительности труда, чем в шахтах при гораздо меньшей себестоимости добытого топлива (3 рубля за тонну в карьерах и 15 рублей — в шахтах). Открытая разработка благоприятствует созданию крупнейшей производительности (20—50 миллионов тонн в год) и применению сверхмощной техники: роторных экскаваторов, шагающих драглайнов. В карьерах теряется меньше угля, чем в шахтах (3—10 процентов против 25—40 процентов). И еще одно важное преимущество. Условия работы горняков в карьерах несравненно более комфортны, чем под землей.

Все это предопределило опережающее развитие открытого способа угледобычи, что и предусматривает недавнее постановление партии и правительства.

В нынешней пятилетке намечено ввести разрезы общей мощностью 68,6 миллиона тонн в год, а в двенадцатой пятилетке — на 120 миллионов тонн. Отдельные карьеры станут давать 60—70 миллионов тонн в год. К 1990 году значительная часть всего угля в СССР будет добываться дешевым открытым способом.

Но нам нужны и шахты. Ведь подземным способом добывается почти весь объем коксующегося угля и антрацита. Именно при добыче этих ценных разновидностей

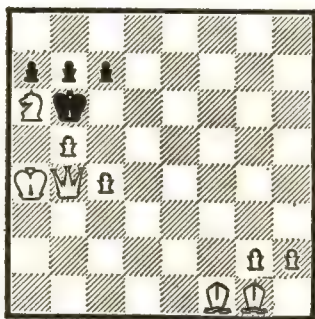
**ХИПЯТИЛЕТКА 1984-1985**

**Экономика должна  
быть экономной**



ход черных был с7—с5. Но теперь мы не можем указать никакого легального предшествующего хода белых... Как они дали шах слоном g1? Значит, в позиции № 196 последний ход черных был не Krb6—a6, а Krb6: (K) a6! В скобках указана взятая этим ретроходом, а точнее возрождающаяся на поле a6 фигура — белый конь. Таким образом, в позиции № 196 ретроигра проходила так: за черных Krb6: (K) a6, за белых b5: c6 (на проходе) ++ и за черных с7—с5.

№ 19в



Только теперь мы можем объяснить, как последним ходом белые давали шах: Kc5—a6+.

Продолжим путешествие в прошлое. Попробуйте указать предыдущий ход черных... Кра6—b6? Невозможный двойной шах (пешкой b5 и конем с5)! Kрс6—b6? Нелегальный шах — белой пешке b5 шаховать неоткуда: поля a4, b4 и c4 блокированы!

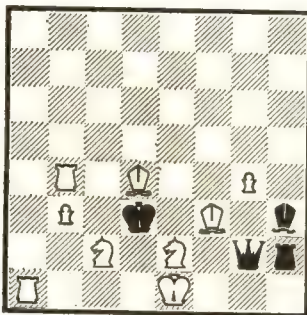
Значит, в позиции № 19в последним ходом белых было не Kc5—a6+, а Kc5: a6+! Какую же именно черную фигуру мы можем возродить на поле a6? Ферзя? Нелегальный шах белому королю! Ладью? Снова нелегальный шах! Слона? Ретропат черных! Пешку? К ретропату черных добавляется нелегальный пешечный треугольник! Коня? Да, только коня—Kc5: (K) b6 + Теперь у черных есть ретроход Kb8—a6— см. № 19а.

Отметим, что последний ход не обладает так называемой ретрочистотой: возможно, и Kb8—a6 и Kb8: a6. Разумеется, на поле a6 чер-

ный конь мог взять и белую пешку и любую белую фигуру, но не ферзя из-за нелегального шаха черному королю.

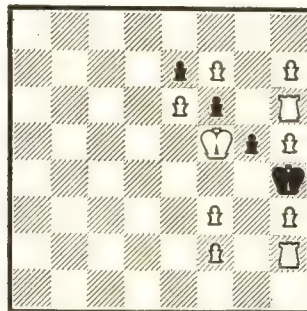
Все сказанное можно компактно записать при помощи ретронотации. Счет ходов идет в обратном обычному направлении — от настоящего к прошлому. Расставьте на доске позицию № 19. Внимание, ретронотация! 1. с5: b6 (пешку на проходе) × b7—b5 2. с4—с5+ Krb6: (K) a6. 3. b5: c6 (пешку на проходе) ++ с7—с5 4. Kc5: (K) a6+ Kb8—a6... Предшествующее неоднозначно, но позиция № 19 возможна!

№ 20. К. Фабель, 1955 г.



1. 0—0—0×? А последний ход черных? Слон h3 ретрозамурован. Kpd2—d3? Королевский контакт! Kрс3—d3, Kрс4—d3 или Kрс3—d3? Невозможные двойные шахи! Кре4—d3? Нелегальный шах слоном f3! Фf1—g2, Фg1—g2, Фh1—g2, Фf2—g2, Фg3—g2 или Лh1—h2? Нелегальные шахи белому королю. Черные в ретропате, и очередь хода за ними... Фg2—f1×!

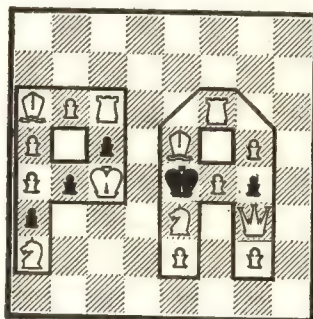
№ 21. К. Фабель, 1951 г.



Последний ход черных? Kpg4—h4? Королевский

контакт! Kpg3—h4? Нелегальный шах — пешка f2 стоит на исходной позиции! g6—g5? Нелегальный шах белому королю! Кажется, что последним ходом черных могло быть g7—g5, и тогда задачу решает 1. h5: g6 (на проходе) ×. Однако последний ход черных g7—g5 (или g7: f6) привел бы к дебалансу черных! 4 черные фигуры на диаграмме + 12 черных фигур взято белыми пешками (g: h3, e2: f3, d: e: f: g: h7, c: d: e: f7 и b: c: d: e6) +1 (если черная пешка стоит и на g7, то слон f8 погиб на исходном поле!); всего черных фигур получается 17. Значит, сейчас очередь хода за черными ...g5—g4 1. h3: g4×! Снова, как и в ложном следе, мат ладьей, но не h6, а h2.

№ 22. Н. Тачинский, 1975 г.



#### Мат в 1 ход

Казалось бы, в приведенной позиции мат в один ход не могут дать ни белые, ни черные. Однако несложный анализ, подобный проведенному при решении задачи № 21, показывает, что черные находятся в ретропате, и очередь хода за ними. На единственно возможный ход ...b3 белые дают мат в 1 ход: 1. Kc3×. Заметим, что нет варианта ...g1 (на проходе) 1. Фf4×, ибо в случае последнего хода белых f2—f4 нельзя указать предыдущий ход черных.

Эта задача не только ретроаналитическая, но еще и скахографическая — изобразительная. Фигуры на диаграмме образуют литеры Р и А — ретроградный анализ.





Созвездие Дракона в «Атласе» Я. Гевелия



Раздел ведет кандидат педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

# Д Р А К О Н

Жители древнего Вавилона думали, что все звезды бдительно охраняет страшный Дракон, которому сам бог Мардук доверил столь



ответственное дело. Дракон играл роль стража и в некоторых древнегреческих мифах, согласно которым всевидящий змей (дракон) Ладон, выполняя поручение Геры, охранял золотые яблоны. Доблестный Геракл (Геркулес) в своем одиннадцатом подвиге умертвил Ладона и доставил заветные яблоки царю Эврисфею, которому герой в то время служил. Но другие мифы повествуют о том, что созвездие Дракона появилось на небе не в честь змея-хранителя. Например, известен миф о разгневанной богине Афине, бросившей в небо одного из исполинских змеев, который осмелился вступить в борьбу с богами Олимпа. Среди названий,

Дракон и окружающие его созвездия на старинной звездной карте.

которые это созвездие имело у древних римлян, есть Эскулапиус (змея и поныне украшает медицинскую эмблему). Так или иначе, но чудовищный змей или дракон оказался на небе и извивается там (вокруг Северного полюса мира и Северного полюса эклиптики, находящегося между  $\delta$  и  $\zeta$  Дракона).

Несколько тысяч лет назад звезда  $\alpha$  Дракона (Тубан) была для землян полярной звездой, причем она находилась еще ближе к Северному полюсу мира, чем сейчас наша Полярная ( $\alpha$  Малой Медведицы). Пройдут тысячи лет, и  $\alpha$  Дракона снова станет Полярной...

В средних широтах Дракон — одно из незаходящих созвездий (стражу ведь предписывалось ежесуточно обходить все свои владения). Звезды  $\gamma$ ,  $\beta$ ,  $\nu$  и  $\xi$  образуют «голову» Дракона, а «туловище» в виде звездной ленты вьется между созвездиями, о которых мы уже рассказывали: Цефея («Наука и жизнь», 1979, № 6), Малой Медведицы («Наука и жизнь» 1976, № 4) и Большой Медведицы («Наука и жизнь», 1976, № 2).

Рассматривая звездную карту, вы убедитесь, что  $\alpha$  Дракона расположена почти посредине отрезка, соединяющего  $\beta$  Малой Медведицы и  $\eta$  Большой Медведицы. Между прочим, Тубан не самая яркая звезда в созвездии Дракона. Есть звезды и поярче: таковы, например,  $\gamma$  (Этамин  $2,2^m$ ),  $\beta$  (Ростабан  $2,8^m$ ). Невооруженным глазом в созвездии Дракона можно рассмотреть несколько десятков звезд. В этом созвездии есть ряд двойных и десятки переменных звезд. Пример двойной системы —  $\nu$  Дракона ( $\alpha=17^h31,3^m; \delta=+55^\circ12'$ ). Блеск каждой из звезд, входящих в эту систему,  $5^m$ , а угловое расстояние между звездами почти  $62''$ . Значит, наблюдать  $\nu$  Дракона можно с помощью бинокля (включая театральный), а люди, обладающие хорошим зрением, даже невооружен-



ным глазом видят раздельно звезды этой пары. К двойным относятся также звезды  $\varepsilon$  и  $\mu$  Дракона. В отличие от  $\nu$  Дракона это не оптические, а физические двойные системы, то есть в них компоненты обращаются вокруг общего центра масс. Например, период обращения звезд в системе  $\mu$  Дракона почти 1500 лет (видим мы две слабые звездочки, блеск каждой из которых около 6<sup>m</sup>, а угловое расстояние между ними 2").

Вблизи  $\beta$  Дракона находится радиант метеорного потока (Дракониды), который можно наблюдать ежегодно 8 — 10 октября. Родоначальница этого потока — комета Джакобини — Циннера была открыта в начале нынешнего века. Период обращения кометы вокруг Солнца 6,6 года. Метеорный рой образовался позади существующей и поны-

не кометы. В зависимости от обстоятельств, при которых Земля пересекает орбиту кометы, наблюдается метеорный поток различной интенсивности. В 1933 и 1946 годах Дракониды выглядели очень эффектно: это был настоящий метеорный дождь (в час наблюдали до нескольких тысяч метеоров).

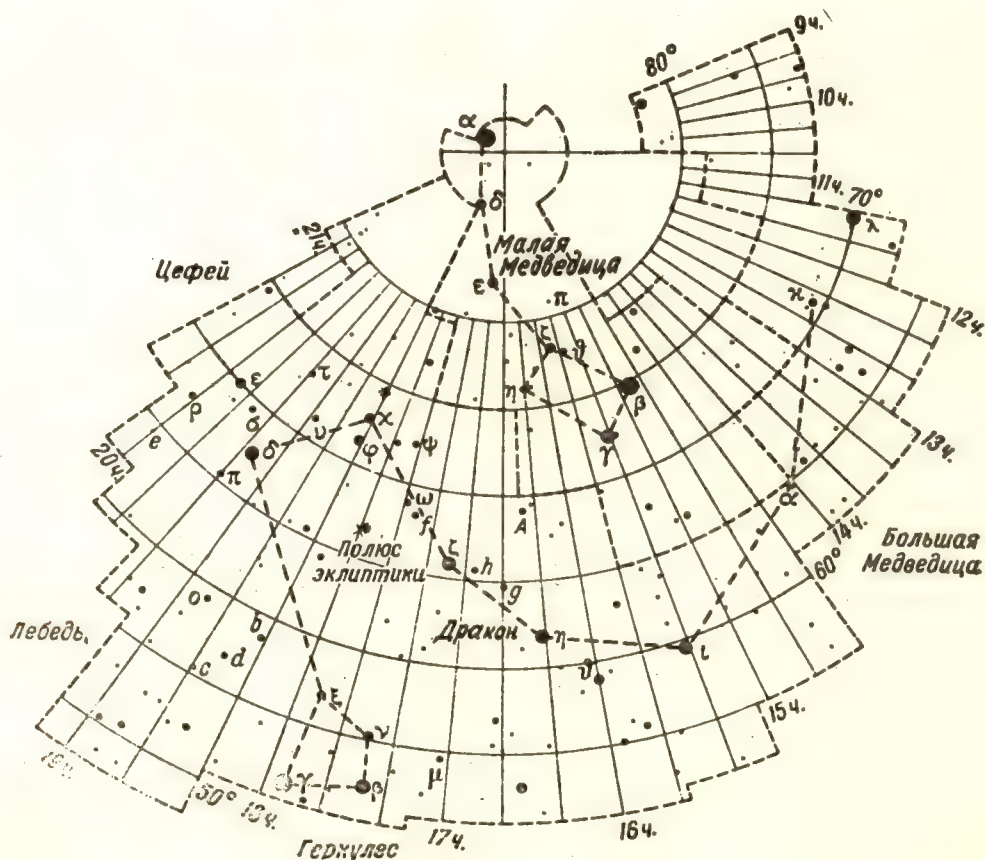
Есть в созвездии Дракона галактики и туманности, которые можно наблюдать в любительские или школьные телескопы. Такова, например, галактика NGC 5866 ( $\alpha=15^{\circ}05'$ ;  $\delta=55^{\circ}57'$ ). Блеск этой спиральной звездной системы примерно 10<sup>m</sup>. Таков же блеск и другой спиральной галактики NGC 5907 ( $\alpha=15^{\circ}14'$ ;  $\delta=56^{\circ}31'$ ).

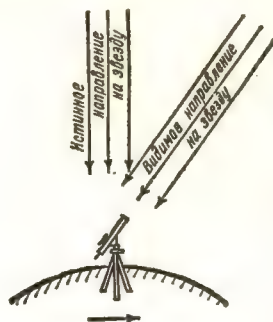
Планетарная туманность NGC 6543 ( $\alpha=17^{\circ}58'$ ;  $\delta=66^{\circ}38'$ ), которую вы можете попытаться отыскать вблизи  $\xi$  Дракона, в свое время сыграла заметную роль в истории первых спек-



Изображение созвездия Дракона в одной из книг XVI века.

Фрагмент современной карты звездного неба с созвездиями Малой Медведицы и Дракона.





Эти рисунки помогают понять явление годичной аберрации света звезд. Подобно тому, как человеку, идущему под дождем, приходится наклонять свой зонт (тем больше, чем быстрее идет человек), астрономы вынуждены наклонять телескопы в сторону движения Земли. Это если капли дождя падают отвесно, а звезда или какой-то другой объект астрономических наблюдений находится вблизи полюса эклиптики.

троскопических наблюдений туманностей. В 60-х годах прошлого века эта неяркая туманность (9<sup>m</sup>) поразила астрономов тем, что оказалась подлинной туманностью, а не скоплением звезд. Как и другие планетарные туманности (то есть похожие по внешнему виду на диски планет), туманность NGC 6543 обладает ядром — горячей и яркой центральной звездой. Правда, с расстояния около 1 тысячи парсек (3260 световых лет) звезда нам не кажется яркой: ее видимый блеск едва достигает 11<sup>m</sup>. Туманность расширяется во все стороны от своей центральной звезды (поперечник туманного пятнышка, каким мы его видим сейчас, — 7 тысяч астрономических единиц).

К замечательным страницам истории астрономии обращает нас и другой объект созвездия Дракона — звезда  $\gamma$  Дракона. Здесь, пожалуй, уместно сказать несколько слов об английском астрономе Джеймсе Брадлее (1693—1762 годы), одно из крупнейших открытий которого связано со звездой  $\gamma$  Дракона. Окончив в 1714 году Оксфордский университет, Брайлей через 7 лет вернулся в этот университет, чтобы занять в нем пост профессора астрономии и посвятить себя астрономии, а не избранной вначале церковной карьере. В 1742 году Брайлей стал директором знаменитой Гринвичской обсерватории. Но еще до этого (в конце 20-х годов) Брайлей пытался, наблюдая  $\gamma$  Дракона, найти подтверждение параллактического

смещения, то есть доказать, что кажущееся периодическое движение звезды на небесной сфере вызвано действительным обращением Земли вокруг Солнца. Брайлей в самом деле обнаружил смещение  $\gamma$  Дракона на небесной сфере, но оно почему-то происходило... не в ту сторону! В чем же дело? Брайлей сумел ответить на этот вопрос: то, что он наблюдал, было вызвано орбитальным движением Земли и служило его доказательством, но это было явление совсем иной природы, чем параллактическое смещение. Брайлей открыл годичную аберрацию света. Из-за аберрации наблюдатель, находящийся на движущейся Земле, видит звезду не в том направлении, в котором она была бы видна, если бы наблюдатель был неподвижен. Видимое направление составляет с истинным углом, величина которого определяется соотношением между конечной скоростью распространения света и орбитальной скоростью звезды. Размеры больших полуосей аберрационных эллипсов не зависят от истинных расстояний до звезд и составляют 20,5". Это значительно больше размеров параллактических эллипсов: даже у ближайшей к Солнцу звезды большая полуось эллипса менее 1" (точнее, 0,76"). Следовательно, обнаружить параллактические смещения звезд (а они, как мы знаем, позволяют определить и расстояние до звезд) труднее, чем аберрационные.

Первые определения годичных параллакс звезд

были выполнены более чем через 100 лет после открытия Брайлея. Напомним, что честь открытия годичных параллакс звезд разделили В. Я. Струве (Россия, 1835 — 1838 годы), Ф. Бессель (Германия, 1837 — 1840 годы) и Т. Гендерсон (Англия, 1839 — 1840 годы). Открытие аберрации — не единственное открытие, принадлежащее Джеймсу Брайлею: в 1748 году он объявил об открытии нутации (одно из смещений полюсов мира, вызванное колебанием земной оси под действием притяжения Луны), выполнил многочисленные высокоточные наблюдения десятков тысяч звезд, измерил диаметры ряда планет.

## ПЛАНЕТЫ

### В МАРТЕ — АПРЕЛЕ

**МЕРКУРИЙ** — будет виден по утрам в конце третьей недели марта; 16 марта станет днем наибольшего западного удаления (28°) планеты от Солнца; блеск планеты 0,6<sup>m</sup> — 0,5<sup>m</sup>.

**ЮПИТЕР** — хорошо виден на протяжении всего периода в созвездии Девы, блеск достигнет минус 2<sup>m</sup>.

**САТУРН** — также хорошо виден на протяжении всего периода в созвездии Девы. Блеск планеты 0,6<sup>m</sup>; для наблюдения колец данной период окажется неблагоприятным: кольца обращены к Земле почти ребром.



# В н о м е р е:

А. ЛОГУНОВ, акад. В. ЯРВА, докт. физ.-мат. наук — В глубины строения материи . . . . .	2
Хроника . . . . .	11
Р. ХАВИВИ, канд. экон. наук — Адрес известен . . . . .	12
Н. БАСОВ, акад. — Первый директор ФИАН'а . . . . .	18
И. АРТОВОЛЕВСКИЙ, акад. — Выдающийся популяризатор . . . . .	21
М. МАРКОВ, акад. — «Gaudeamus igitur juvenes dum sumus» . . . . .	23
Л. БАЛЯСНАЯ, зам. министра просвещения РСФСР — После школьного звонка . . . . .	28
Т. СОРОКИНА — Наша общая забота . . . . .	30
А. МИХАЙЛОВ, акад. — Часовые пояса и «летнее» время . . . . .	33
В. ВОЙЦОВ, докт. техн. наук — За стрелками часов . . . . .	35
Новые книги . . . . .	37
Заметки о советской науке и технике . . . . .	38
Г. СИДОРЕНКО, акад. АМН СССР — Да здравствует солнце! . . . . .	40
Научно-популярные фильмы . . . . .	45
Р. СВОРЕНЬ — Пришла пора оставить счеты . . . . .	48
Универсальный сахар-фруктоза . . . . .	56
Л. ШУГУРОВ, инж. — Внедорожные автомобили . . . . .	58
В. САДЕКОВ, Э. ЦЕРКОВЕР — Звезды Ивана Стрельченко . . . . .	62
А. ГАЛАЕВА — Математика иммунитета . . . . .	66
Психологический практикум . . . . .	74
Ю. КОЗЫРЕВ, канд. техн. наук — Робот обслуживает станки . . . . .	75
А. ЯБЛОКОВ, докт. биол. наук — О пользе «поверхностного» взгляда . . . . .	76
Мы делаем мир светлее . . . . .	82
Терминологические именные памятники . . . . .	84
А. ГРИГОРЬЕВ, канд. хим. наук, С. ЛИФИШЦ, П. ШАМАЕВ — Железом режут алмаз . . . . .	85
О. АНТОНОВ — Так рождалась «Пчелка» . . . . .	88
Н. МАРЕНКОВ — Фотоаппарат «Зенит ТТЛ» . . . . .	94
Г. МИХАЛЕВА, канд. с. х. наук — Земляника. Календарь работ на год . . . . .	97
Е. ТАРАСЕНКО — «Пирамидки» . . . . .	100
Ю. ПУХНАЧЕВ — Эрфурт. Колокольный концерт . . . . .	101
Г. ШУЛЬПИН, канд. хим. наук — Химия стирки . . . . .	104
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации) . . . . .	106
Рефераты . . . . .	110
К. НЕСИС, канд. биол. наук — Как актиния научила врага предупреждать о своем появлении . . . . .	112
Кустакamera . . . . .	115
Домашнему мастеру. Советы . . . . .	116
В. ОДИНЦОВ, канд. филолог. наук — Лингвистические парадоксы . . . . .	117

## ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

Л. ГАРИВОВА, канд. биол. наук — И гриб и водоросль (120).	
Г. ВАСИЛЬЕВ, инж. — Фотографии с диафильма (121).	

Ответы и решения . . . . .	122, 145
В. ПЯТЕЦКИЙ — Деревянный альбом . . . . .	123
П. ГАЙДУКОВ — Монетный штемпель XVI века . . . . .	124
Г. ГЕЦОВ — Умеете ли вы читать . . . . .	126
В. ПРОНИН, Н. ЛЕОНИДОВ — Мое второе «я» или ситуация, не предусмотренная программой. Юмореска . . . . .	128
И. КОНСТАНТИНОВ — Венгерский кубик . . . . .	131
Л. ЛУЗАНОВА — Природные красители . . . . .	136
А. МОСОЛОВ, проф. — По следам «секрета» Антони ван Левенгука . . . . .	139
Н. ПЛАКСИН — Ретроградный анализ — шахматная машина времени . . . . .	142
Ю. БРОМЛЕЙ, акад. — «Золотая ветвь» . . . . .	146
Дж. Дж. ФРЕЗЕР — Табу на предметы . . . . .	148
Задачник конструктора . . . . .	153
Как правильно? . . . . .	156
Математические досуги. Год 1980 . . . . .	157
Селезеночник обыкновенный . . . . .	160

## НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр.— Массовые микроалькуляторы «Электроника»: верхний ряд — ВЗ — 16, ВЗ—23, ВЗ—26, В—24Г; нижний ряд — ВЗ—30, ВЗ—39, ВЗ — 14. Фото В. Веселовского. (См. статью на стр. 48).

В н и з у: отверстие в алмазе, сделанное термохимическим способом. Фото А. Степанова. (См. статью на стр. 85).

2-я стр.— Схема формирования и распределения общественных фондов потребления. Рис. Э. Смолина. (См. статью на стр. 12).

3-я стр.— Селезеночник очереднолистный. Фото Р. Воронова.

4-я стр.— Головоломка «Венгерский кубик». Рис. М. Аверьянова. (См. стр. 131).

## НА ВКЛАДКАХ:

1-я стр.— Иллюстрации к статье «В глубины строения материи». Рис. Ю. Чеснокова.

2—3-я стр. — Иллюстрации к статье «Пришла пора оставить счеты». Рис. С. Величина.

4-я стр.— Часовые пояса на территории СССР. Рис. М. Аверьянова.

5-я стр.— Фотоаппарат «Зенит ТТЛ». Рис. Ю. Чеснокова.

6—7-я стр. — Иллюстрации к статье «О пользе «поверхностного» взгляда». Рис. О. Рено. (См. статью на стр. 76).

8-я стр.— Иллюстрации к статье «Земляника». Рис. С. Пивоварова.

# НАУКА И ЖИЗНЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

№ 3

М А Р Т  
Издается с октября 1934 года

1981

«В области естественных и технических наук сосредоточить внимание на решении следующих важнейших проблем:

...развитие физики элементарных частиц и атомного ядра с целью дальнейшего познания строения материи».

Из проекта ЦК КПСС к XXVI съезду партии «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года»

Герой Социалистического Труда,  
лауреат Ленинской и Государственной  
премий, вице-президент  
АН СССР академик А. ЛОГУНОВ,  
доктор физико-математических наук  
профессор В. ЯРБА.

## В ГЛУБИНЫ

С античных времен человека интересовали процессы, которые происходят в природе. И уже тогда представлялось, что ход этих процессов, их закономерности определяются внутренним строением вещества. Философы древнего мира верили, что достаточно определить какие-то основные элементы, из которых состоят окружающие предметы, чтобы объяснить все многообразие вещей и природных явлений. Так возникла идея об атомах — неделимых частицах, из которых состоит все окружающее нас. Спустя много веков эта идея стала основой революции в естествознании.

На рубеже нашего столетия, после открытия электрона, возникло убеждение, что атомы тоже составные объекты и что они имеют внутреннюю структуру. Блестящий опыт Резерфорда в 1911 году подтвердил это, и в итоге было показано, что в центре атома находится массивное ядро, окруженное электронной оболочкой. Изучение законов движения электронов в атомах привело к открытию законов квантовой механики, которые управляют этим движением. Эти открытия имели и имеют колоссальное практическое значение. Ведь поскольку окружающее нас вещество состоит из атомов, то свойства веществ в конечном счете определяются элементарными законами взаимодействия атомов. Открытие законов квантовой механики позволило понять природу химической связи, строение твердых тел — проводников, диэлектриков, полупроводников, позволило объяснить магнитные свойства веществ и такие специфические квантовые явления, как сверхтекучесть и сверхпроводимость. Без такого понимания законов движения микрочастиц было бы невозможным создание новых материалов, ставших основой самых различных отраслей современной техники.

Но вот где-то в середине тридцатых годов наука делает следующий шаг в изуче-

нии структуры вещества. Окончательно подтверждается, что и атомное ядро — сложное образование. Что оно состоит из двух сортов частиц — протонов и нейтронов. Исследование структуры ядер привело к открытию совершенно новых сил в природе — ядерных, которые оказались гораздо мощнее известных до того времени гравитационных и электромагнитных сил. Поэтому взаимодействие нуклонов между собой (нуклон — это общее название протонов и нейтронов) стало называться сильным взаимодействием. Открытие ядерных сил и составной структуры атомных ядер позволило не только глубже понять строение вещества, но и найти способы использования энергии ядра. Вот уже более 25 лет атомная энергия стоит на службе у человека. Открытия в ядерной физике вызвали революцию и в других науках, в частности в астрофизике. Удалось наконец найти источник энергии звезд, в том числе и нашего Солнца: этот источник — термоядерные реакции. В настоящее время много надежд возлагается на осуществление управляемых термоядерных реакций в земных условиях.

Однако на этом исследования, связанные с проникновением в глубь материи, не прекратились. Мощным стимулом для проведения дальнейших исследований послужило обнаружение новых элементарных частиц, таких, в частности, как мезоны. Основным «поставщиком» таких частиц какое-то время были космические лучи. Однако этот неуправляемый источник, к тому же чрезвычайно малоинтенсивный, был не очень удобен для точных экспериментов. Для дальнейшего изучения микромира нужны были установки, которые позволяли бы получать и исследовать элементарные частицы в земных, лабораторных условиях. Эти установки — ускорители заряженных частиц.

Ускоритель — это своеобразный «микроскоп» для исследования деталей структуры



частич, и успех в подобных исследованиях в огромной мере зависит от совершенства инструмента. Действительно, если мы хотим рассмотреть какой-то очень маленький объект, то вместо обычного микроскопа используем электронный микроскоп. Подобно этому, если мы хотим перейти от изучения ядра к изучению строения «элементарных» частиц, нужно изучать рассеяние

толчок развитию техники. Достаточно вспомнить электрогенераторы, электродвигатели, радиосвязь и многие другие блага, полученные человеком благодаря тому, что удалось понять взаимосвязь электричества и

# СТРОЕНИЯ МАТЕРИИ

на этих частицах других частиц, имеющих энергию значительно большую, чем нужна была для изучения ядерной структуры. Чем больше энергия налетающих частиц, тем более «мелкие» детали строения материи мы можем заметить.

Но этим не исчерпывается роль ускорителей. Современный ускоритель — это своего рода фабрика для производства новых частиц и для получения, по существу, новых видов материи, без изучения которых, как выяснилось, нельзя понять и строение «обычных» частиц, таких, как нейтрон и протон. Именно после сооружения и запуска мощных ускорителей были открыты многие десятки элементарных частиц, изучены сотни различных реакций, связанных с тремя возможными типами взаимодействия: сильным, электромагнитным и слабым.

Пожалуй, один из самых важных и поразительных выводов, к которому в последние годы привели исследования в области физики высоких энергий, заключается в том, что нуклоны и многие другие элементарные частицы, по сути дела, нельзя считать элементарными, они представляют собой сложные составные объекты. И одна из основных задач, которую сегодня стремится решить физика высоких энергий, состоит в том, чтобы выяснить свойства этих «более элементарных» объектов, из которых, в частности, состоят нуклоны, выяснить число этих объектов и законы их взаимодействия.

Другая важнейшая задача состоит в том, чтобы установить возможную взаимосвязь между различными типами взаимодействия элементарных частиц. Как известно, электрические и магнитные силы представляют собой различные проявления единого электромагнитного поля. Открытие взаимосвязи электричества и магнетизма привело к существенному прогрессу в понимании многих явлений физики и дало огромный

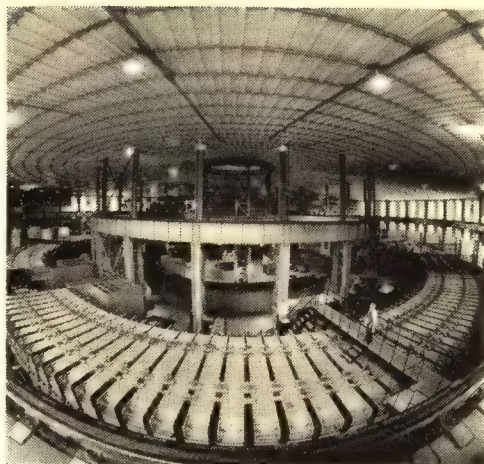
магнетизма. Существующие к настоящему времени экспериментальные данные свидетельствуют в пользу того, что три типа взаимодействий элементарных частиц — сильные, электромагнитные и слабые — это различные проявления некоторого универсального взаимодействия. Если существование такого универсального взаимодействия подтвердится — это будет величайшим прогрессом в человеческих знаниях и в принципе может дать способ управлять одними силами с помощью других.

Выяснение строения элементарных частиц и свойств их взаимодействия, несомненно, будет иметь для человечества столь же большое научное и практическое значение, как познание атома и атомного ядра.

Дальнейший прогресс в этой области, исключительно важной для всей науки, в решающей степени зависит от того, насколько совершенную технику получат экспериментаторы. И прежде всего от того, насколько мощные ускорители окажутся в их распоряжении, насколько удастся поднять энергию ускоряемых частиц.

Человек, изучавший физику, знает, что для разгона заряженных частиц необходимо создать электрическое поле. Можно ускорять частицы постоянным электрическим полем, а на современных циклических ускорителях используется переменное электрическое поле, создаваемое специальными высокочастотными генераторами. Меняющееся электрическое поле как бы подстегивает частицы, сообщая им в определенные моменты дополнительное ускорение. Для того, чтобы пучок частиц двигался по строго определенной траектории внутри специальной вакуумной камеры, необходим также мощный магнит, который сфокусирует этот пучок и не позволит частицам понасть на стенки камеры. Кроме того, магнитное поле в нужной мере искривит траекторию частиц — в самых мощных ускорителях частиц





Снимки этого ускорителя в свое время обошли многие газеты и журналы мира — построенный в Дубне в 1957 году протонный синхротрон, или иначе синхрофазотрон на энергию 10 ГэВ, в течение нескольких лет был крупнейшим в мире ускорителем заряженных частиц. Сейчас в подмосковной Дубне находится один из самых известных мировых научных центров в области ядерной физики — Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ). Здесь работают теоретики и экспериментаторы одиннадцати социалистических стран: Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Германской Демократической Республики, Кореи, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Советского Союза и Чехословакии. В марте 1981 года Объединенный институт ядерных исследований отмечает свое двадцатипятилетие.

цы движутся по кольцу, набирая свою полную энергию за много тысяч оборотов, из которых складывается каждый цикл ускорения.

Для формирования исходного, так называемого первичного, пучка частиц и первоначального их разгона служит инжектор. По сути дела, это тоже ускоритель, но на меньшую энергию. Чтобы вывести частицы из кольца, сформировать так называемые вторичные пучки, направить их на различные экспериментальные установки, существуют системы вывода и разводки пучка по нескольким каналам с помощью мощных управляющих магнитных полей.

Для наблюдения процессов, происходящих при высоких энергиях, существует большой арсенал экспериментальных средств. Это пузырьковые камеры, искровые камеры, сцинтилляционные счетчики, чувствительные фотозумьсли и другие. Хочется подчеркнуть ту важную роль, которую играет сама разработка экспериментов, их теоретическое обоснование, наконец, аппаратное обеспечение, в частности регистрирующие приборы и вычислительная техника.

Для исследования свойств элементарных частиц в настоящее время существуют и сооружаются различные типы ускорителей. Перечислим лишь главные из них. Первыми, видимо, нужно назвать циклические (кольцевые) ускорители протонов. Важное их достоинство состоит в том, что эти ускорители служат источником самых различных частиц высоких энергий, рождающихся при столкновении ускоренных протонов с неподвижной мишенью. На протонных ускорителях могут быть созданы интенсивные пучки «вторичных» частиц высокой энергии, таких, как пионы, каоны, антипротоны, мюоны, гипероны и, наконец, нейтрино. Успехи физики элементарных частиц в значительной степени связаны именно с исследованиями, проводимыми на вторичных пучках частиц.

Одними из первых кольцевых протонных ускорителей были ускорители на энергию 600 МэВ и 10 ГэВ, сооруженные в Дубне.

В 1967 году в Институте физики высоких энергий (ИФВЭ) в Протвино, недалеко от Серпухова, был запущен крупный ускоритель на энергию 70 ГэВ, который на протяжении ряда лет был самым мощным в мире. Кроме того, в нашей стране действуют протонные ускорители на энергию 1 ГэВ в Ленинградском институте ядерной физики и 7 — 10 ГэВ в Институте теоретической и экспериментальной физики в Москве.

Создание ускорителя ИФВЭ явилось важным этапом в развитии физики высоких энергий. На базе ускорителя ИФВЭ сложился подлинно национальный центр, в работе которого принимают участие все ядерные центры СССР. На базе ИФВЭ сложилось также широкое международное сотрудничество.

В 1972 году самым мощным в мире стал американский протонный ускоритель Национальной ускорительной лаборатории имени Ферми на 400 ГэВ, построенный в Батавии. А еще через три года к нему присоединился новый ускоритель ЦЕРНа (Европейского центра ядерных исследований) с такой же энергией ускоренных протонов.

Помимо протонных ускорителей, существуют ускорители электронов и позитронов. В нашей стране такие ускорители работают в Физическом институте АН СССР в Москве, Ереване, Харькове, Томске, Новосибирске.

Весьма интересные возможности представляют ускорители со встречными электрон-позитронными пучками, в которых сталкиваются между собой ускоренные до высоких энергий электроны и позитроны.

Такие ускорители позволяют достичь наибольшей энергии столкновения в области центра масс сталкивающихся частиц. Идея создания ускорителей на встречных пучках была впервые осуществлена учеными Института ядерной физики Сибирского отделения АН СССР в Новосибирске. В настоящее время в Новосибирске производится отладка ускорителя со встречными электрон-позитронными пучками на энергию 5—7 ГэВ (в каждом пучке). Наиболее крупными в этом классе сейчас являются запущенные недавно в ФРГ и США ускорители на энергию 15—19 ГэВ в пучке. В ЦЕРНе принято также решение о созда-





нии нового электрон-позитронного ускорителя со встречными пучками на энергию 100 ГэВ и длиной орбиты около 30 км.

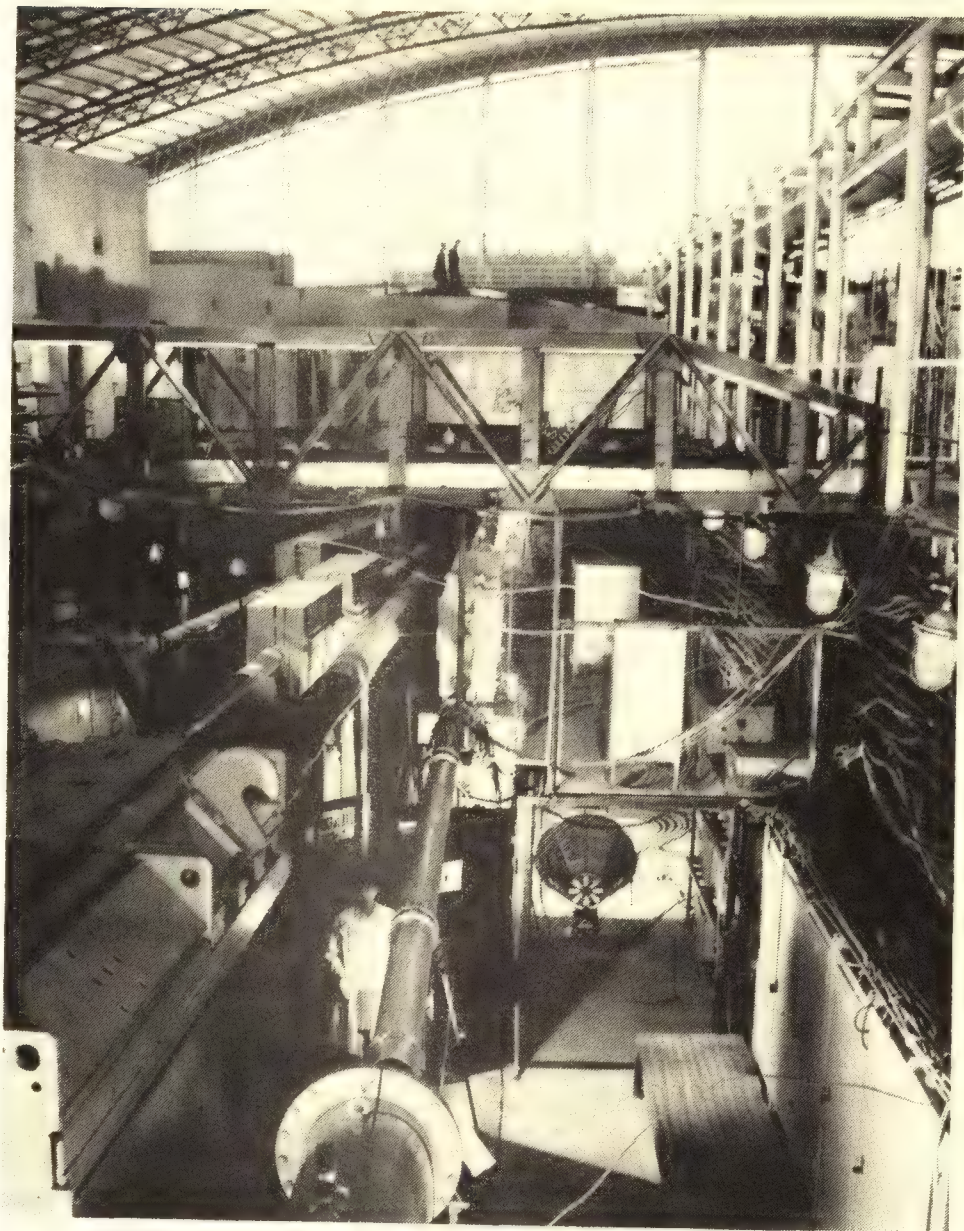
Кольцевой протонный ускоритель также может служить основой для сооружения встречных пучков. Для этого надо ускорять протоны в двух разных вакуумных камерах навстречу друг другу так, чтобы в определенных местах траектории частиц пересекались и они могли сталкиваться. Можно на базе кольцевого протонного ускорителя осуществить встречные столкновения и других стабильных частиц, например, электронов с протонами или антипротонов с протонами. Последняя возможность выглядит весьма привлекательно, так как протоны и антипротоны, обладающие разными знаками электрического заряда, можно бы-

ло бы ускорять в одной и той же вакуумной камере.

Ускоритель со встречными пучками протонов (с энергией по 30 ГэВ в каждом пучке) уже несколько лет работает в ЦЕРНе. Сейчас там же готовятся опыты по столкновению протонов и антипротонов с энергией 270 ГэВ. Основная цель этих опытов — обнаружение частиц, которые

Так выглядит часть ускорительного кольца известного серпуховского ускорителя У-70 на энергию 70 ГэВ Института физики высоких энергий. Длина всего кольца — полтора километра. Ускоритель У-70 в дальнейшем будет служить инжектором (источником предварительно ускоренных частиц) для нового ускорительно-накопительного комплекса на энергию 3000 ГэВ.





Сфокусированные электромагнитами заряженные частицы, выведенные из кольца ускорителя У-70, по специальным каналам направляются в экспериментальный зал на мишени физических установок. При столкновении частиц высоких энергий с ядрами мишени происходят ядерные реакции, исследуемые с помощью сложных физических установок.

могут служить переносчиками слабых взаимодействий. Если эти опыты закончатся удачно, то будет получено решающее доказательство единой природы слабых и электромагнитных сил.

Таким образом, кольцевые протонные ускорители высокой энергии дают возмож-

ность вести исследования очень широким фронтом, используя как вторичные пучки частиц высоких энергий, так и встречные столкновения.

В истории каждого ускорителя есть такие научные результаты, которые заметно выделяются среди других работ. Напомним о таких результатах, полученных в Серпухове на нашем самом мощном ускорителе с энергией 70 ГэВ.

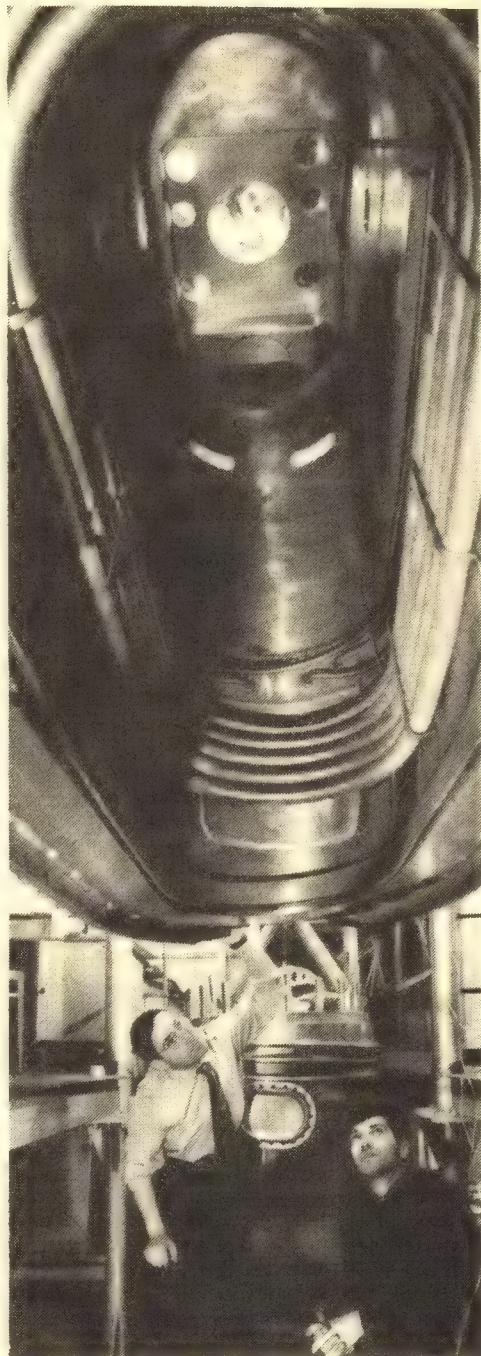
Одним из таких результатов было обнаружение новой закономерности, которую сейчас называют масштабной инвариантностью. Открытие это связано с так называемыми инклюзивными сечениями — новой характеристикой, введенной теорети-



ками Института физики высоких энергий. Дело в том, что при столкновении адронов высокой энергии (так называют все частицы, участвующие в сильных взаимодействиях), как правило, испускается много новых «вторичных» частиц. Инклюзивное сечение введено для описания «неупругих» процессов столкновения, когда изучаются характеристики испускания одной (или нескольких) вторичных частиц вполне определенного типа, а информация об остальных частицах, образованных при взаимодействии, не используется. Первые же опыты на серпуховском ускорителе показали, что в инклюзивных процессах вероятность образования частицы с той или иной энергией зависит только от отношения этой энергии к энергии налетающей частицы. Если, например, при энергии 100 ГэВ с некоторой вероятностью появляется вторичная частица с энергией, скажем, 40 ГэВ, то при энергии 1000 ГэВ с той же вероятностью будет появляться частица с энергией 400 ГэВ. Фундаментальность этого результата состоит в открытии нового типа симметрии в физике высоких энергий — масштабной инвариантности в адронных столкновениях.

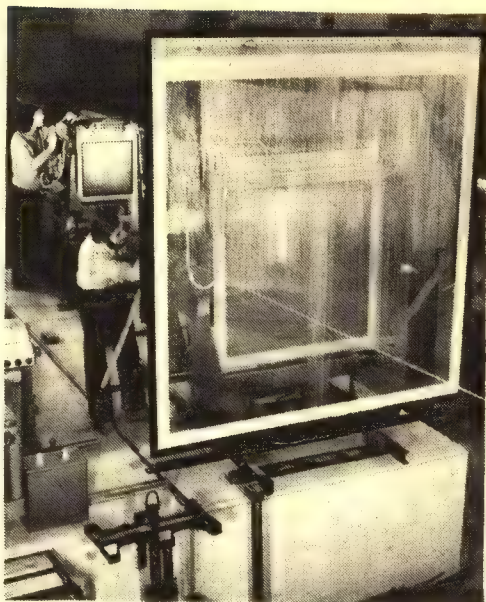
Значение этого своеобразного закона подобия не сводится лишь к тому, что, зная вероятности рождения частиц при какой-либо одной энергии, мы можем предсказать их при любой другой (хотя и это само по себе есть немаловажный результат). Законы подобия всегда играли важную роль в науке. Достаточно вспомнить Кеплера, сформулировавшего законы подобия для орбит и периодов обращения планет Солнечной системы. На их основе Ньютон смог установить закон взаимодействия планет Солнечной системы с Солнцем — то, что было названо законом всемирного тяготения. Аналогичным образом оказалось, что закон подобия в микромире — масштабная инвариантность — отражает составную природу адронов и характерные черты динамики частиц, составляющих адроны, — так называемых кварков.

Следует напомнить, что само понятие кварков как составных частей адронов было введено для объяснения периодических закономерностей, обнаруженных в мире адронов, то есть для построения своего рода таблицы Менделеева, объединившей адроны в отдельные группы частиц, похожих по своим свойствам. Поскольку поиски свободных кварков окончились пока безрезультатно, многие начали сомневаться в реальности их существования. Открытие масштабной инвариантности и последующие исследования с несомненностью показали, что кварки необходимы не только для объяснения систематики адронов, но и для объяснения их динамики. Развитие этих представлений позволило предсказать много важных динамических закономерностей, подтвердившихся в ходе экспериментальных исследований. На основе динамики взаимодействия кварков возникла теория сильных взаимодействий на малых расстояниях — квантовая хромодинамика, выводы



Среди большого многообразия установок для регистрации ядерных реакций широко известна разработанная в Дубне для серпуховского ускорителя У-70 пузырьковая камера «Людмила», заполняемая жидким водородом. Фотографии ядерных взаимодействий, наблюдавшихся в этой камере, изучаются во многих лабораториях мира.





Искровые проволочные камеры позволяют регистрировать координаты пролетающих через них заряженных частиц с точностью до десятых долей миллиметра.

Сложные процессы, вызванные столкновением частиц, регистрируются многочисленными детекторами ядерных излучений. Информация о траекториях заряженных частиц во многих детекторах превращается в конечном счете в электрические сигналы. Экспериментаторы создают тонкие электронные установки, позволяющие извлечь полезную информацию из бесчисленного множества невидимых реакций взаимодействия ядерных частиц, протекающих за ничтожные доли секунды.



которой удивительно хорошо согласуются с опытными данными. Все это стало доказательством (правда, косвенным) реальности существования кварков. Остался, конечно, вопрос, почему не удается разделить адрон на составляющие его кварки. Этот вопрос является одной из центральных проблем современной физики, и решение его, несомненно, повлечет за собой новые открытия.

Другой важный результат, полученный на ускорителе в Серпухове, известен в мировой литературе как «Серпуховский эффект». Было обнаружено, что с увеличением энергии сталкивающихся адронов в области выше 30 ГэВ (она была недоступна прежним ускорителям) интенсивность адронных взаимодействий в противоречии с существовавшими представлениями заметно возрастает. Этот рост был затем подтвержден на ускорителях с большей энергией и на встречных протон-протонных пучках. Помимо этого, на Серпуховском ускорителе было впервые обнаружено также, что с ростом энергии возрастает не только интенсивность сильных взаимодействий, но и растет радиус их действия. Оба эти открытия имеют важнейшее значение для понимания динамики сильных взаимодействий.

В ходе исследований на ускорителе ИФВЭ были получены и многие другие важные результаты, обогатившие наши знания о строении микромира.

И сегодня интенсивно ведутся работы на серпуховском ускорителе, так же как и практически на всех действующих ускорителях разной мощности. История исследований показывает, как много новых неожиданных открытий можно сделать в уже «освоенной», пройденной области энергии. Здесь многое зависит от искусства экспериментаторов, выбора направления исследований, оригинальности постановки экспериментов и их технической оснащенности.

Однако сейчас ясно, что для решения ряда задач фундаментальной важности необходимо проведение исследований в области больших энергий, составляющих сотни и тысячи ГэВ в системе центра инерции. К таким задачам относятся исследования единой природы элементарных взаимодействий, изучение механизмов возникновения массы частиц и строения физического вакуума, выяснения проблемы «неразделимости» кварков. Как указывают современные теоретические исследования, все эти проблемы тесно связаны между собой.

Помимо задач, уже поставленных в физике элементарных частиц, распространение исследований в новую, неизведанную область энергий может привести к совершенно неожиданным результатам. Подобное неоднократно случалось в ходе развития науки. Здесь уместно еще раз вспомнить наше сравнение ускорителя высокой энергии с микроскопом: разве мог знать Левенгук, создавая микроскоп, что с его помощью откроется совершенно новый, неизвестный мир, будет открыто строение клетки — основы живого организма, будет от-



крыт мир полезных и безвредных бактерий и многое другое?

Какие же «неожиданные» явления могут встретиться при более глубоком проникновении в микромир? Назовем два примера из многих возможных.

Физические явления протекают в пространстве и времени, и, изучая эти явления, мы получаем сведения как о самих этих явлениях, так и о свойствах пространства и времени. Так, в начале века изучение электромагнитных явлений в движущихся средах привело к установлению того факта, что пространство и время образуют неразделимый четырехмерный мир с особой геометрией. Именно это является содержанием специальной теории относительности, произведшей переворот в наших представлениях о пространстве и времени.

Переходя к изучению материи на очень малых интервалах, мы не можем быть уверены в том, что на этих интервалах сохраняются существующие представления о пространстве-времени. Не исключено, что здесь может проявиться дискретная, прерывистая сущность пространства и времени. Гипотезы о дискретной структуре пространства и времени были высказаны еще в античные времена одновременно с атомистической гипотезой. Тот факт, что этой дискретности мы еще не наблюдали, может означать только то, что до сих пор изучались физические явления на слишком больших интервалах, где дискретность пространства и времени еще не сказывалась. Ясно, что подобного рода открытие, если оно будет сделано, приведет к фундаментальным следствиям. Каким — еще не ясно, но можно вспомнить, что открытие теории относительности привело к известному соотношению между массой и энергией, которое лежит в основе использования ядерной энергии.

А вот другой пример. Когда были открыты ядерные превращения, стало ясно, что в них происходит выделение энергии в миллионы раз большей, чем в химических реакциях. Именно это породило мечты об использовании энергии ядра уже в то время, когда для этого еще не было практически никаких оснований.

В числе скептиков, сомневавшихся в возможности использования ядерной энергии, был сам Резерфорд, открывший ядро и первые ядерные превращения. Учитывая, что нуклоны сильно связаны в ядре, он считал, что атомное ядро является не источником, а «могилей для энергии». Однако в ходе исследований ядра было обнаружено деление тяжелых ядер и открыта возможность осуществления ценных ядерных реакций. Тем самым открылся способ извлечения ядерной энергии. В дальнейшем был открыт и другой путь извлечения этой энергии — синтез легких ядер. Сейчас мы видим, что энергия связи кварков в нуклонах может быть в тысячи раз больше той, которая связывает нуклоны в ядра. Пока не видно практического способа использовать «кварковую энергию», однако не исключено, что в ходе исследований будут

обнаружены явления, которые позволят это сделать. Но путь к этому лежит только через дальнейшее изучение элементарных частиц, через исследования новой, недоступной ранее области энергии.

В нашей стране принято решение о создании ускорительно-накопительного комплекса — его принято сокращенно называть УНК, где энергия ускоряемых протонов будет доведена до 3000 ГэВ. То есть энергия частиц в УНК будет в 40 раз больше, чем на действующем серпуховском ускорителе, и в 7 раз больше, чем у действующих ускорителей в ЦЕРНе и в Батавии.

Сооружается УНК в Протвино, в Институте физики высоких энергий, а нынешний ускоритель на 70 ГэВ будет служить для УНК инжектором.

Каждый, кому приходилось бывать на дубненском или серпуховском ускорителе или хотя бы видеть их в кино, на фотографиях, на рисунках, наверняка получил представление о сложности этих установок. Главная из видимых деталей ускорителя — это замкнутое кольцо. Внутри него проходит вакуумная камера, в которой как раз и движутся ускоренные протоны. Сама эта камера имеет сравнительно небольшое сечение, в частности на серпуховском ускорителе вакуумная камера имеет форму эллипса с размерами  $17 \times 11,5$  см. Снаружи кольцевая камера по всей ее длине окружена электромагнитами, которые управляют пучком протонов, сжимают его и поворачивают так, чтобы пучок этот шел по кругу, внутри камеры, не касаясь ее стенок. Именно магнитная система, собранная из пристыкованных друг к другу блоков, выглядит на снимках интересным кольцеобразным сооружением.

Серпуховский ускоритель на 70 ГэВ, или, как его часто называют, У-70, имеет длину кольца почти полтора километра и располагается в железобетонном тоннеле под землей.

Ускоритель на энергию 3000 ГэВ, построенный с использованием тех же принципов и технологических решений, которые применены в У-70, должен был бы иметь длину кольца в 40 раз больше. Причем все это кольцо должно было бы быть заполнено сложным электрофизическим оборудованием.

Такой «лобовой» метод повышения энергии ускорителей — за счет его размеров — выглядит бесперспективным. Добиться значительного повышения энергии ускоренных частиц без значительного увеличения размеров кольцевого ускорителя можно путем увеличения силы магнитного поля, используемого для поворота частиц. В обычных электромагнитах с медными катушками и железными сердечниками сила магнитного поля принципиально ограничена физическими свойствами железа. Поэтому при разработке ускорителя на сверхвысокие энергии приходится с неизбежностью отказываться от железных магнитов и использовать какие-то другие методы создания магнитного поля. И такие методы есть. Это электромагниты со сверхпроводящими катушками.



Такие электромагниты позволяют создавать магнитное поле по крайней мере вчетверо более высокое, чем традиционные железные магниты, и, соответственно, вчетверо уменьшить размеры ускорителя. Кроме того, применение сверхпроводника позволяет резко уменьшить энергопотребление ускорителя. Достоинства сверхпроводников общеизвестны: в них нет активных потерь электрической энергии и практически не выделяется тепло. Благодаря использованию сверхпроводящих магнитов потребление электроэнергии в УНК будет таким же, как в У-70. Возможности создания ускорителя на сверхвысокие энергии в огромной степени способствует и то обстоятельство, что пучок протонов по мере ускорения сжимается, приобретает все меньшие и меньшие размеры. Это позволяет делать вакуумную камеру для пучка существенно меньшего поперечного сечения, чем, скажем, камера в У-70. Поэтому объем, в котором надо создавать магнитное поле, и, следовательно, сами поперечные размеры магнитов значительно уменьшаются.

Для того чтобы при движении в вакуумной камере с малым поперечным сечением пучок не попал на стенку и не погиб, необходим тщательный контроль за пучком и оперативное управление его характеристиками. Решение этой задачи возлагается на разнообразные системы автоматики и на вычислительные машины. Именно «кибернетизация» ускорителя позволяет добиться его устойчивой работы и существенно сократить размеры вакуумной камеры.

Новый ускорительно-накопительный комплекс будет размещен в железобетонном тоннеле типа тоннеля метрополитена.

В одном тоннеле будут размещены сразу три кольца: кольцо предварительного ускорителя на 400 ГэВ, который будет первой ступенью УНК; кольцо основного ускорителя на 3000 ГэВ — второй ступени УНК; и в перспективе в этом же тоннеле может разместиться кольцо накопителя протонов или антипротонов на 3000 ГэВ для экспериментов со встречными пучками.

В сверхпроводящих электромагнитах второго и третьего колец УНК катушки будут охлаждаться жидким гелием, температура кипения которого около 4°К (—269°С). Чтобы упростить систему, обеспечивающую производство и циркуляцию жидкого гелия, используется предварительное охлаждение криостатов более доступным и дешевым жидким азотом с температурой около 77°К (—196°С). Создание такого двойного охлаждения окупается тем, что потери холода в гелиевом контуре получаются сравнительно небольшими.

Рассказывая о системах УНК, мы отмечали их относительную экономичность и компактность, и необходимо подчеркнуть, что речь может идти именно об относительных показателях, приходящихся, скажем, на 1 ГэВ энергии ускоряемых частиц. В целом же, конечно, по важнейшим своим абсолютным характеристикам сам УНК и его вспомогательное оборудование будет совершенно уникальной системой. Возмож-

ность и экономичность создания такого комплекса обеспечиваются высокой технологичностью, предусмотренной в проекте. Поскольку ускоритель в основном состоит из повторяющихся элементов — магнитов, линз, ускоряющих станций и т. д., — важнейшей задачей является оптимальный выбор конструкций отдельных элементов с точки зрения их надежности, экономичности и простоты изготовления, организации их серийного производства.

Сегодня одна из центральных проблем — создание прототипов сверхпроводящих электромагнитов. В этой работе, кстати, наряду с рядом советских исследовательских организаций участвуют специалисты французского национального центра ядерных исследований СКАЕ. Сверхпроводящие катушки электромагнитов будут намотаны из ниобий-титанового провода диаметром 0,85 мм.

Криогенную систему УНК образуют 6 ожижителей гелия общей производительностью 6 тыс. л в час, 24 рефрижератора общей холодопроизводительностью 50 кВт на температурном уровне 4°К, 40 компрессорных агрегатов общей производительностью 20 тонн жидкого азота в час, а также хранилища жидкого и газообразного гелия, азота, разветвленные системы коммуникаций.

Приведем некоторые данные, характеризующие точность сооружения, а также требования к аппаратуре и режимам ее работы.

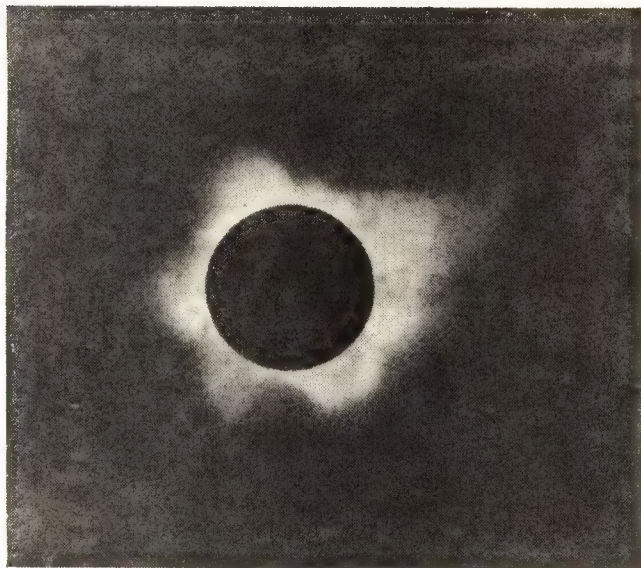
Достаточно отметить, что радиус кривизны орбит ускоряемых протонов при его абсолютной величине порядка трех километров должен поддерживаться с точностью до малых долей миллиметра; коэффициент, характеризующий расширение пучка частиц, расхождение орбит, не превысит сотых долей процента; точность привязки магнитных систем к геодезическим знакам — десятки доли миллиметра; точность взаимного расположения магнитных систем — сотые доли процента, а точность установки элементов коррекции орбиты частиц —  $\pm 2$  мм; разброс напряженности магнитных полей отдельных электромагнитов не должен превышать 0,05%.

Техническая осуществимость всех этих требований стала возможной благодаря прогрессу во многих смежных областях науки и техники.

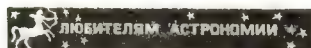
Фундаментальные исследования всегда являлись основой научно-технического прогресса. Леонид Ильич Брежнев на XXV съезде партии подчеркивал: «Полноводный поток научно-технического прогресса иссякнет, если его не будут постоянно питать фундаментальные исследования». Этими словами определена стратегия партии в области развития фундаментальных исследований в нашей стране.

Создание ускорительно-накопительного комплекса Института физики высоких энергий явится базой для проведения фундаментальных исследований в одном из важнейших направлений человеческих знаний — науки о строении материи.





Фотография солнечной короны, полученная А. А. Михайловым 19 июня 1936 года.



Раздел ведет кандидат педагогических наук Е. ЛЕВИТАН.

# ЗАТМЕНИЕ СОЛНЦА

ВНИМАНИЮ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ!

31 июля 1981 года произойдет полное солнечное затмение—последнее в XX веке, которое особенно удобно будет наблюдать на территории СССР. Готовьтесь к наблюдениям.

**Б**ыли времена, когда полные затмения Солнца относили к самым ужасным небесным знамениям, предвещающим различные несчастья в мирной жизни и поражения в войне. Придворные астрономы обязаны были заранее предупредить своих владык о предстоящих затмениях, но, к сожалению, не всегда могли это сделать. Многие любители астрономии, наверное, слышали о печальной участи незадачливых китай-

ских астрономов Хи и Хо. Они поплатились жизнью за то, что «забыли свои обязанности, нарушили годовой счет неба», и «в результате» случилось полное солнечное затмение. Как теперь установлено, это затмение произошло 22 октября 2137 года до нашей эры. Оно оказалось непредсказанным и вызвало панику и беспорядки.

Не зная истинных причин затмений, люди боялись этих явлений. В летописях

разных времен и народов, а также в исторических трактатах нередко встречаются впечатляющие описания событий, исход которых, как думали прежде, был предрешен темнотой, неожиданно сменившей безоблачный солнечный день.

«Месяца августа в 11 день, перед вечерней, почя убывати солнца, и погибе все. О велик страх и тьма бысть!» — это запись из «Новгородской летописи», сделанная в 1124 году.

Теперь-то мы прекрасно знаем, что в действительности нет никаких оснований для того, чтобы бояться или обожествлять такое совершенно естественное явление природы, как затмение Солнца. Причина солнечных затмений абсолютно ясна.

Полное солнечное затмение происходит тогда, когда Луна при своем движении вокруг Земли заслоняет от нас Солнце. Диаметр Луны примерно в 400 раз меньше диаметра Солнца, но Луна во столько же раз ближе к нам, чем Солнце, поэтому их видимые диски одинаковы и Луна способна полностью закрыть солнечный диск. Правда, из-за того, что Земля движется вокруг Солнца, а Луна вокруг Земли по эллипсам, видимые угловые размеры Луны и Солнца не всегда совпадают. Например, может оказаться, что видимый угловой диаметр Луны немного меньше видимого углового диаметра Солнца. Тогда вместо полного солнечного затмения мы видим **кольцеобразное**: вокруг черного диска Луны остается узкое яркое сверкающее кольцо — не закрытая Луной часть солнечного диска.

И полное и кольцеобразное затмение видны из тех мест земной поверхности, которых коснулась лунная тень. Однако (это хорошо видно на схеме, поясняющей причину солнечного затмения), на земную поверхность падает не только тень Луны, но и большое пятно





полутени. - Наблюдатели, оказавшиеся внутри полутени, увидят частное затмение, при котором Луна закрывает лишь часть диска Солнца. Размеры овальных пятен, которые получаются в результате пересечения тени и полутени с поверхностью Земли, бывают разными во время разных затмений. Поперечник тени обычно не превышает 270 километров, а полутень может достигать в поперечнике 6—7 тысяч километров.

В полосу полного солнечного затмения, образующуюся при пересечении лунной тени по земной поверхности с запада на восток, попадает сравнительно мало населенных пунктов, а в области полутени таких пунктов, конечно, значительно больше. По продолжительности полное солнечное затмение наибольшим бывает вблизи центральной линии полосы (или полосы полной фазы). Чаще всего полное солнечное затмение длится 2—3 минуты. Рекордным по продолжительности считают затмение, которое длилось примерно 8 минут.

Рассматривая на схеме взаимное расположение Солнца, Луны и Земли во время солнечного затмения, легко сообразить, что в это время Луна в новолунии, то есть с Земли не видна. Но почему же не в каждое новолуние происходит затмение Солнца? Дело в том, что плоскость, в которой Луна движется вокруг Зем-

ли, составляет угол (около  $5^\circ$ ) с плоскостью, в которой Земля движется вокруг Солнца. Если бы эти плоскости совпадали, мы могли бы любоваться солнечными затмениями каждый месяц. А если бы плоскость лунной орбиты была перпендикулярна к плоскости земной орбиты, то затмения наблюдались бы чрезвычайно редко. Они происходили бы лишь в те моменты, когда Луна и Солнце одновременно располагались бы на линии пересечения плоскости орбиты Земли с плоскостью орбиты Луны (на линии узлов лунной орбиты). В действительности ежегодно происходит не менее двух и не более пяти солнечных затмений.

Значит, солнечные затмения не такие уж редкие явления, они случаются в полтора раза чаще лунных. Но все же каждый из нас за свою жизнь видит гораздо больше лунных затмений, чем солнечных. Происходит это оттого, что лунное затмение бывает видно на всей половине Земли, обращенной к Луне, а полное солнечное — лишь в сравнительно узкой полосе затмения. Вот и получается, что в каждом данном месте Земли полное солнечное затмение — это явление редкое. Например, на территории Москвы последнее полное солнечное затмение

происходило 25 февраля 1476 года, а следующее будет только 16 октября 2126 года. Не так уж часто полоса полного солнечного затмения проходит и по территории какой-либо страны, даже такой большой, как Советский Союз. Вот почему предстоящее затмение Солнца можно считать явлением выдающимся. В нынешнем XX веке уже больше не будет таких благоприятных условий для наблюдения затмения с территории СССР, какие возникнут 31 июля 1981 года.

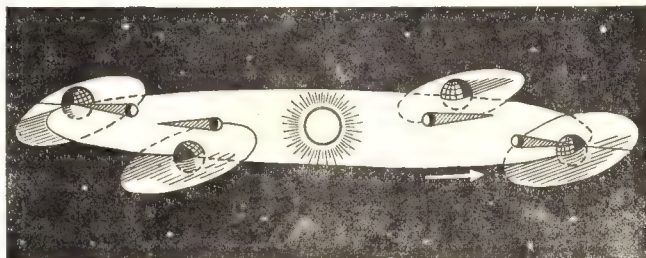
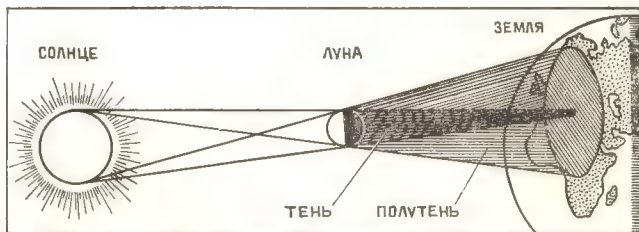
В этот день в восточной части Черного моря, в 150 километрах от Сухуми, взойдет необычное Солнце. Его восход почти совпадает с наибольшей фазой полного затмения. Там, в точке с координатами  $42^\circ 02'$  с. ш. и  $39^\circ 46'$  в. д., в 5 часов 17,8 минуты по московскому времени (здесь и дальше время указано без прибавки «летнего» часа) тень Луны коснется Земли и будет в течение двух часов мчаться по территории Советского Союза, «прочерчивая» полосу солнечного затмения протяженностью 8250 километров.

Узкая полоса, где, как мы знаем, только и можно будет наблюдать полное затмение, пройдет от побережья Грузии через Северный Кавказ, Казахстан и Южную Сибирь до восточных границ Советского Союза.

Карта солнечного затмения 31 июля 1981 года. Обратите внимание на изохроны — места земной поверхности, где затмение начнется одновременно (время указано московское без прибавления «летнего» часа), и изофазы — места, где одинакова наибольшая фаза частного затмения. По этим линиям вы сумеете определить, как будет проходить затмение в интересующем вас месте.

Взаимное расположение Солнца, Земли и Луны во время полного солнечного затмения.

Эта схема помогает понять, почему солнечные затмения не наблюдаются каждый месяц.



Звезды и планеты, которые будут видны во время полного затмения (указаны звездные величины светил и экваториальные координаты — склонение и прямое восхождение).

К северу и югу от полосы полного затмения на большей территории нашей страны (кроме ее самых западных районов) будет видно частное затмение.

Ширина полосы полной фазы не превысит 114 километров. На Кавказе она будет около 70 километров, в Казахстане — около 90 километров, далее к востоку на территории РСФСР — до 100 километров. Вблизи Тынды и Дамбухи ширина полной фазы достигнет своей максимальной величины, и здесь же будет наибольшая продолжительность полного затмения — 129 секунд. Так что вблизи Байкало-Амурской магистрали условия для наблюдения затмения, конечно, в случае хорошей погоды окажутся весьма благоприятными.

Когда мы говорим о благоприятных условиях, то имеем в виду не только фазу затмения (то есть степень покрытия Солнца Луной) и продолжительность затмения, но также, например, и высоту Солнца над горизонтом. Важно знать, что к началу затмения Солнце в западных районах Казахстана поднимется до  $15^\circ$ , в Целиноградской области — до  $26^\circ$ , в Красноярском крае — до  $35^\circ$ , в Читинской и Амурской областях — выше  $50^\circ$ .

В Институте теоретической астрономии Академии наук СССР заранее вычислены все условия видимости полного и частного солнечного затмения 31 июля 1981 года. Из этих вычислений, например, следует, что в Москве, где будет видно частное затмение, наибольшая фаза затмения — 0,73 (эта цифра показывает отношение закрытой части диаметра диска Солнца ко всему его диаметру) — наступит в 5 часов 35 минут, затмение начнется в 4 часа 43 минуты, а закончится в 6 часов 29 минут (время московское). А вот в Брат-

ске частное затмение начнется по местному времени в 9 часов 48 минут, затем в 10 часов 59 минут 46 секунд начнется полное затмение, которое закончится через 106 секунд (в 11 часов 01 минуту 32 секунды), а в 12 часов 17 минут закончится частное затмение.

(В обоих случаях время указано без прибавки 1 часа «летнего» времени.)

Вид Солнца во время полного солнечного затмения необычен: вместо ослепительного диска — черный диск (Луна, закрывшая Солнце), окаймленный серебристо-жемчужным сиянием — солнечной короной. Солнце будет находиться в созвездии Рака. В этом созвездии нет ярких звезд, но яркие звезды других созвездий появятся на небе:  $\alpha$  Льва,  $\alpha$  Малого Пса,  $\alpha$  и  $\beta$  Близнецов. В день затмения в созвездии Льва располагается Венера (к востоку от Солнца на  $30^\circ$ ), на границе Близнецов и Рака — Меркурий (в  $12^\circ$  к западу от Солнца), а западнее Кастора и Поллукса — Марс. На горизонте всплывет розовое «заревое кольцо». Во время затмения вблизи зенита на Кавказе будет видно созвездие Персея, в Казахстане — созвездие Возничего, на Дальнем Востоке и на Сахалине — созвездие Большой Медведицы. Любоваться всем этим можно будет только лишь в моменты, близкие к полной фазе затмения и, конечно, если не помешает погода... Да, пасмурная погода много раз срывала пла-

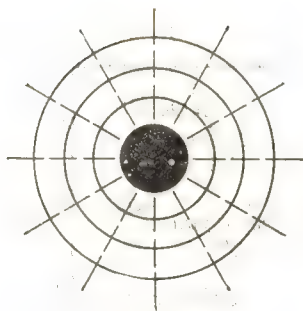
ны астрономов, которые долго и тщательно готовились к наблюдениям, издавна приезжали в полосу полного затмения, но из-за облачности так и не могли провести эти наблюдения. В лучшем положении радиоастрономы (их инструментам облака не помеха), а также те наблюдатели, которые в момент полной фазы затмения будут находиться если не на орбитальной научной станции, то хотя бы на борту самолета.

Обращаем внимание любителей астрономии на то, что перед началом полной фазы (минут за 5), во время полной фазы и несколько минут после ее окончания интересно провести простейшие метеорологические наблюдения: ежеминутно фиксировать температуру воздуха (термометр), атмосферное давление (барометр-анероид), скорость ветра (анемометр или ветромерная дощечка), направление ветра (флюгер). Биологам можно рекомендовать провести наблюдения за поведением животных и птиц во время затмения. Заранее проверьте и точно поставьте свои часы и попытайтесь заметить, когда на небе вблизи Солнца появятся до начала полного затмения и исчезнут после его окончания планеты и звезды.

Члены Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО) при Академии наук СССР будут выполнять визуальные и фотографические наблюдения, руководствуясь инструкциями



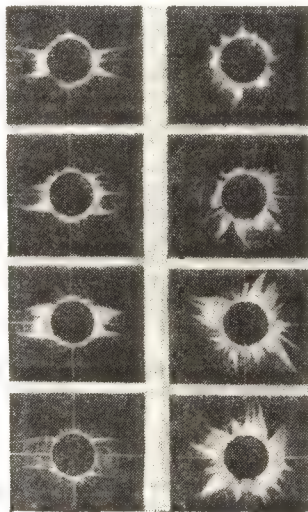




Шаблон для зарисовки солнечной короны.

Центрального совета ВАГО. Эти инструкции предусматривают использование биноклей, небольших телескопов, фотокамер, самодельных инструментов (например, фотометров) и работу с более сложными инструментами, которые имеются в некоторых местных отделениях ВАГО. Из таких научно-любительских наблюдений самому широкому кругу любителей астрономии можно было бы рекомендовать, например, зарисовку солнечной короны. Мы уже неоднократно подчеркивали в своих преды-

Различные формы солнечной короны. Слева — формы короны в период малого количества пятен на Солнце (минимум солнечной активности), справа — в период, когда на Солнце много пятен (максимум солнечной активности).



дущих беседах, что смотреть на Солнце (а тем более наблюдать его в бинокль или телескоп) можно только в том случае, если глаза надежно защищены темным светофильтром. Это предупреждение полностью относится и к наблюдениям частных фаз затмения. Светофильтр при наблюдении с оптическими инструментами не требуется лишь во время полной фазы затмения. При наблюдениях невооруженным глазом без светофильтра можно смотреть на Солнце лишь тогда, когда солнечный диск превратится в узкий, еле заметный серп. Если небо будет совершенно безоблачным, то уже за 10—20 секунд до начала полной фазы корона может быть заметна около правого (западного) края Солнца. А когда корона появится во всей своей красе (этот момент тоже нужно отметить по часам), обратите внимание на форму, цвет и протяженность короны. После окончания полной фазы вы, возможно, увидите корону вблизи левого (восточного) края солнечного диска.

Приготовьте заранее форматку (шаблон) для зарисовки короны. Шаблон представляет собой черный диск (диаметром 4—5 сантиметров), окруженный рядом concentрических окружностей. Окружности начертите тонкими линиями (диаметр последней 30—40 сантиметров). Чтобы облегчить себе воспроизведение контуров короны и ее лучей, полезно обозначить на шаблоне несколько диаметров начерченных окружностей (диаметры удобно расположить под углом  $30^\circ$  друг к другу).

В момент затмения вы успеете зарисовать лишь самое главное, детали постарайтесь воспроизвести тотчас же по памяти. Если вы будете вести наблюдение с помощью телескопа, ваше внимание могут привлечь не только детали короны, но и протуберанцы. Они имеют вид красноватых выступов. Фотографические наблюдения солнечной короны, которые можно выполнять на черно-белой и цветной пленках, требуют довольно основательной подготовки, и их

описание выходит за рамки этой статьи.

Вообще ряд вопросов мы не могли здесь рассматривать подробно. Те, кто хочет подготовиться к наблюдениям более основательно, могут обратиться к книгам «Солнечное затмение 31 июля 1981 года и его наблюдения» (под редакцией академика А. А. Михайлова), М., 1980 г., М. М. Дагаев «Солнечные и лунные затмения», М., 1978, а также к статье М. М. Дагаева «Полное солнечное затмение 31 июля 1981 года» в журнале «Земля и Вселенная», № 2, 1981. Там же, а также в астрономических календарях-ежегодниках (ежегодник ВАГО и Школьный астрономический календарь) вы найдете таблицы с данными о частном и полном солнечном затмении для многих населенных пунктов нашей страны.

Желаем вам удачных, интересных наблюдений, и еще выражаем уверенность, что каждый любитель астрономии, даже начинающий, сумеет выступить с небольшой лекцией или просто рассказать, пояснить окружающим, что это за явление — солнечное затмение, почему и как оно происходит.

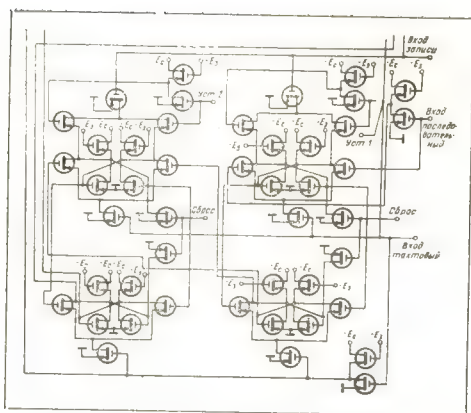
## ПЛАНЕТЫ В МАЕ—ИЮНЕ

**Меркурий** — вечернее время в мае и до середины июня будет благоприятным для наблюдений планеты, она видна в западной части неба, блеск ее будет в начале мая — минус  $1,5^m$ , а в середине июня  $+2,2^m$ .

**Венера** — планета будет видна как яркое светило по вечерам в западной части неба, блеск ее достигнет минус  $3,4^m$ .

**Юпитер** — виден ночью (в мае) и вечером (в июне) в созвездии Девы, блеск планеты в мае — минус  $1,8^m$ , в июне — минус  $1,6^m$ .

**Сатурн** — виден ночью (в мае) и вечером (в июне) в созвездии Девы как светило первой звездной величины.



# ПРИШЛА ПОРА ОСТАВИТЬ СЧЕТЫ

РАЗМЫШЛЕНИЯ У ПРИЛАВКА  
МАГАЗИНА «СЧЕТНЫЕ МАШИНЫ»

**Р. СВЕРЖЕНЬ**, специальный корреспондент  
журнала «Наука и жизнь».

При первом знакомстве с электронным микрокалькулятором сильнейшее впечатление производят его безотказность, его доведенная до предела исполнительность. Машинка не рассуждает, любое ваше задание она выполняет с готовностью, мгновенно выбрасывая на табло результат. Посмотрев по сторонам, можно заметить, что все мы, стоящие у прилавка и выбирающие себе электронного помощника, делаем одно и то же: быстро нажимаем клавиши, вводим случайно пришедшие на ум числа, складываем их, умножаем, делим, любуясь ловкостью счетчика-виртуоза и почему-то подсознательно стараясь устроить ему экзамен потруднее. Но, оказывается, для калькулятора в пределах его квалификации трудных задач не существует. С одинаковой легкостью он сообщает, что

$2 \times 2 = 4$  или что  $0,65239 : 0,71263 = 0,915468$ . Машинка считает по житейским меркам с немисливо высокой скоростью — не успеваешь нажать клавишу «=», как ответ уже готов. Иногда даже кажется, что все ответы в машине заготовлены заранее и в нужный момент просто подаются на табло. А вместе с тем каждое вычисление, как сообщают инструкции, длится вполне определенное время — у большинства микрокалькуляторов около 0,1 секунды. И если вдуматься, то любая операция, выполняемая калькулятором, — это огромная работа, которую мы лишь в погоне за легкостью описания назвали спектаклем вычислений.

## ПЬЕСА В 5 ДЕЙСТВИЯХ, 8 КАРТИНАХ

Поднимается занавес, и мы видим сцену, на которой будут разворачиваться события: это показанная на стр. 6—7 цветной вкладки упрощенная функциональная схема шестизразрядного калькулятора. «Функциональная» (иногда говорят «скелетная» или «блок-схема») означает, что на схеме показаны лишь самые основные блоки машины и основные линии их соединения. На полной схеме в квадратах блоков были бы изображены замысловатые орнаменты из многих тысяч деталей — транзисторов, конденсаторов, диодов, и такая схема, даже мелко начерченная, получилась бы в несколько метров длиной. Схема, по которой мы будем знакомиться с ходом вычислительных операций, не относится к какому-либо конкретному калькулятору, хотя в основных чертах она близка к реальности. Итак, занавес поднят, и спектакль начинается.

**Действие первое** — включение калькулятора. Миниатюрным выключателем мы подаем питание, включаем батареи. Карманному микрокалькулятору, кстати, мало тех 4,5 вольта, которые дают три гальванических элемента, и поэтому в нем есть преобразователи этого напряжения, они дают 5—15 вольт для питания триггеров, усилителей, коммутаторов и других «действующих лиц» и 15—20 вольт для питания цифровых индикаторов. Настольные калькуляторы питаются только от сети, так как батарей им хватило бы ненадолго.

Как только включилось питание, начал работать тактовый генератор. Он дает бесконечную очередь коротких импульсов, из которых потом формируются два основных вида импульсов, необходимых машине, — специалисты фамиллярно называют их разрядными (Р) и битовыми (Б). Эти импульсы подаются во все блоки, они дирижируют всем спектаклем, всей работой калькулятора, синхронизируют взаимодействие его блоков. А битовые импульсы к тому же еще представляют собой сырье, из которого формируются двоичные числа и команды управления.

**Действие второе** — ввод первого числа. Любая клавиша ввода — это всего лишь простейший выключатель, и, нажав какую-либо клавишу, вы просто открываете путь

Окончание. Начало см. «Наука и жизнь» № 3. 1981 г.



Развивая идею электроподогрева, сотрудники бюро сконструировали панельные и кабельные электронагреватели, которыми можно обогревать без особых затрат самые разнообразные объекты любых размеров и формы: например, футбольные поля, бассейны, картеры двигателя и заднего моста автомобилей, купе или отдельные места железнодорожных вагонов, лестничные марши, стены, полы, потолки, тротуары, теплицы, домашние холодильники в режиме оттайки. Но главная особенность этих нагревателей в том, что их можно безбоязненно использовать в пожароопасных установках и помещениях, где возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров.

Оригинальные конструкции Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий признал изобретениями.

#### **АВТОМАТ УПРАВЛЯЕТ ПОЕЗДАМИ МЕТРО**

На Московском метрополитене апробирована и уже действует оригинальная система автоматического управления поездами метро.

Вся информация о выполнении графика и складывающейся ситуации движения на линиях поступает в компьютеры на центральный пост управления, а компьютеры, проанализировав обстановку на данный момент, выдают поездам команды на отправление со станций. Электронные блоки исполнения, установленные в головных вагонах состава, получив соответствующие сигналы, включают и отключают поездные двигатели и обеспечивают все необходимые операции по разгону поезда, пробегу между станциями, снижению и повышению скорости на спусках и подъемах и прицельному торможению на остановках. Электроника управляет также открытием и закрытием вагонных дверей и автоматическим информатором, который оповещает пассажиров о нача-

ле движения поезда и вызывает очередную станцию.

Простота и надежность эксплуатации системы обеспечены блочной конструкцией аппаратуры и применением типовых полупроводниковых элементов.

#### **НОВЫЙ МИКРОСКОП ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

«Лицензинторг» предлагает лицензию на новый, разработанный в Советском Союзе, универсальный рентгенотелевизионный измерительный микроскоп, оснащенный комплексом специальных электронных, оптических и механических устройств. Этот микроскоп открывает уникальные возможности проведения измерений размеров, расстояний, углов и определения пространственного расположения и перемещения деталей внутри непрозрачных объектов с точностью до 0,001 миллиметра.

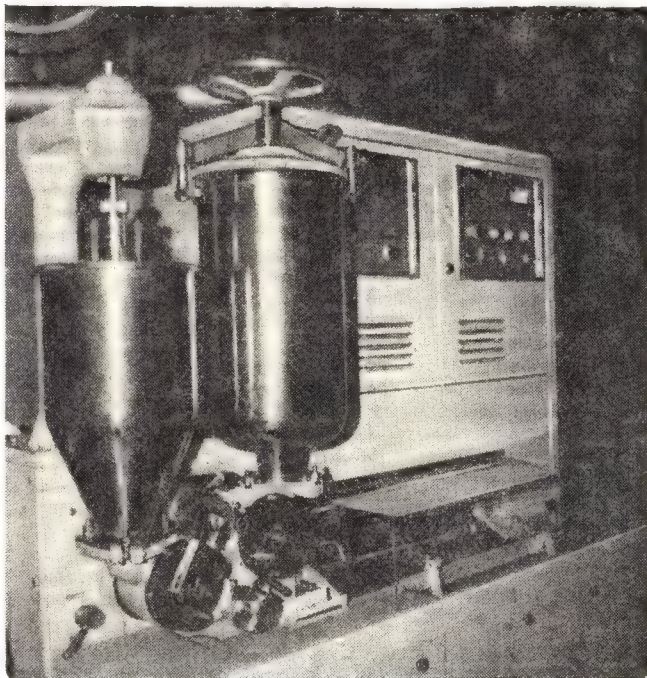
Микроскоп позволяет следить за процессами, протекающими во внутренней структуре непрозрачных объектов.

#### **УЛЬТРАЗВУК УПРАВЛЯЕТ ТЕЛЕВИЗОРОМ**

Минское производственное объединение «Горизонт» продемонстрировало на ВДНХ СССР серийную систему беспроводного дистанционного управления телевизором. Дистанционный пульт напоминает микрокалькулятор. На нем восемь кнопок — по числу команд. На расстоянии до шести метров от телевизора, нажав соответствующую кнопку, можно переключить программу, изменить яркость и контрастность картинки, установить желаемую громкость звука.

#### **АВТОМАТ ДЕЛАЕТ ПИРОЖКИ**

Дозаторы подают тесто и начинку, а расположенные в разных плоскостях валки быстро скатывают пирожки цилиндрической формы и отправляют их жариться во фритюре — кипящем масле. Производительность автомата — 850 пирожков в час. Сконструировали его в производственном объединении «Киевпродмаш».



# «...И ЗАТМЕНИЕ ОЧНОЕ ОТГОНИТ»

## ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА ПЕЧЕНИ

Профессор В. ПРОЗОРОВСКИЙ (г. Ленинград.)

Вместе с тысячами ленинградцев двенадцатилетним подростком был я вывезен летом 1942 года из блокадного города через Ладожское озеро на «Большую землю». Первое, что встретило нас у причала, — это столовая под открытым небом. Врытые в землю столбы и неструганные доски, пахнувшие сосной, а на них — миски с кашей и куски белого хлеба. Сейчас уже многое забылось с того страшного времени. Такое, что, казалось бы, и забыть нельзя. И голод, и бомбежки, и холод, и обстрелы, и трупы на улицах, и смерть близких — все представляется теперь далеким и как бы виденным в кино. Но хлеб не забылся! Хлеб для нас был тогда не только хлебом насущным в истинном своем значении, но и лекарством от голода.

Великие древние врачи Гиппократ и Авиценна так и называли голод болезнью, а пищу — лекарством от него. Однако же для человека, просто проголодавшегося, пища остается пищей, а для по-настоящему больного голодом (такая болезнь называется алиментарной дистрофией) — пища хоть и не лекарство, но лечебное питание.

В рассказе Джека Лондона «Смок и Малыш» описан поселок, в котором все были больны настолько, что даже не могли уже хоронить мертвых.

«Что у вас тут? — спросил Смок одного из лежащих... — Оспа, что ли?» Вместо ответа человек показал на свой рот, с усилием растянул вспухшие губы, и Смок невольно отшатнулся. «Цинга», — негромко сказал он Малышу, и больной кивком подтвердил диагноз. «Еды хватает?» — спросил Малыш. «Ага, — ответил человек с другой койки, — можете взять. Еды полно».

Действительно, еды в поселке было много, и о голоде не могло быть и речи, но вся она была консервированная, маринованная, сушеная. И ничего свежего: ни зелени, ни мяса. Герои рассказа сумели добыть мешок свежего картофеля. И они спасли больных, давая им сначала сырые картофелины, а потом по четверть ложки картофельного сока.

Смысл в обеих этих процедурах был один: больные получали витамин С, содержащийся в картофеле, но картофель — это лечебное питание, а картофельный сок — лекарство. Грань ничтожна. Напри-

мер, черная смородина, протертая с сахаром, — лечебное питание, а сушеные ягоды ее, продающиеся в аптеках, — лекарство. По существу, различие формально, но лекарство должно каким-то образом дозироваться и не совпадать с тем пищевым продуктом, который люди привыкли видеть на обеденном столе.

Врачи постоянно рекомендуют своим пациентам тот или иной продукт в качестве лечебного питания. При этом чаще всего подразумевается содержащийся в нем тот или иной витамин. Если врач говорит: «Попейте пивные дрожжи», — то это не что иное, как совет принимать витамин В<sub>1</sub> (тиамин). Или: «При вашем заболевании очень полезно включать в диету почки и куриные яйца», — читай: витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин). «Почаще покупайте обдирный хлеб и бананы» — витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин); «петрушку, лесные орехи» — витамин В<sub>9</sub> (фолиевая кислота); «зеленый горошек, куриное мясо» — витамин РР (никотинамид); «вишню, черноплодную рябину» — витамин Р (полифенолы); «почки, сардины» — биотин; «капусту» — витамин U и так далее.

Так не проще ли запастись таблетками витамина из аптеки? Как говорится, дешево и сердито. Вспоминается история, относящаяся к тому времени, когда витамины только что были открыты и в них не очень-то верили.

Витамин С впервые был выделен из капустного сока в 1922 году. Но как доказать, что именно это и есть противцинготный витамин? Очевидно, нужно вызвать у животного цингу — скорбут, а потом вылечить полученным порошком. Так и сделали. Взяли морских свинок. При кормлении синтетической пищей и продуктами, подвергнутыми длительному прогреванию, у них быстро развились все признаки скорбута: животные стали вялыми, шерсть у них выпала и суставы потеряли подвижность. Сосуды стали ломкими, десны сильно кровоточили. Вообще кровотечения и кровоизлияния — один из самых типичных симптомов цинги.

Начали лечить больную свинку новым витамином, и она выздоровела. Шерсть вновь выросла, суставы стали подвижными. Но всегда находятся скептики. А может быть, выделенное вещество — не настоящее противоскорбутное средство? Мы знаем, что лучшее средство против скорбута все-таки лимоны. И, действительно,



если лечить свинок лимонным соком, то выздоравливают они и быстрее и полнее. А порошок, выделенный из лимонного сока, оказался активнее, чем выделенный из капусты.

Давно уж был получен витамин, а цингу люди все равно предпочитали лечить лимонами или соком красного сладкого перца. Только почти двадцать лет спустя удалось показать, что в лимоне и перце содержится еще одно важное вещество. Его называли витамином Р. Название это происходит от слова проницаемость (по-английски — permeability) — витамин регулирует проницаемость сосудов. Доказали и то, что скорбут есть результат одновременной недостаточности двух витаминов, а чистые С или Р-авитаминозы никогда не встречаются. Препарат, продающийся сейчас под названием «витамин Р», выделяется из зеленых листьев чая. На самом деле это не одно вещество, а целый комплекс витаминов Р. В лимонах содержится один из них — цитрин, из гречихи получают рутин. И таблетки такие есть — аскорутин (С и Р). Смесь витаминов С и Р излечивает скорбут, однако лимонный сок действует все-таки быстрее. Лишь недавно стало известно, что в цитрусовых содержится еще одно вещество — витамин С<sub>2</sub>. Он усиливает и ускоряет эффект аскорбиновой кислоты, которую правильнее теперь называть витамином С<sub>1</sub>. (К сведению курильщиков, табачный дым инактивирует витамин С<sub>2</sub> и может привести к развитию авитаминоза, особенно при легочных заболеваниях.)

Таким образом, натуральный продукт есть натуральный продукт, и синтетическим порошком заменить его не так-то просто.

То, что в пище содержатся какие-то лечебные вещества, люди чувствовали уже очень давно и постоянно обращались к разным яствам как к лекарствам. Древняя аптека была очень похожа на продуктовую лавку — в ней можно было отыскать почти весь набор съедобных веществ.

В одном из ценнейших справочников по лекарственным средствам «Каноне врачебной науки» Авиценны (см. «Наука и жизнь» № 1 1981 год) приведено 1300 различных лекарств — столько же, сколько и в современных справочниках, если не больше. Среди них огромное количество пищевых продуктов: абрикосы, айва, бобы, мясо быка, дыня, верблюжье мясо, вишня, виноград, орехи, сыр, финики, яйца и многое другое. Ну и, конечно, печень.

О целебных свойствах печени знали уже во времена египетских фараонов и, с нашей, современной точки зрения, правильно понимали ее ценность для лечения болезни «куриная слепота». «Куриная» не потому, что ею болеют куры, а потому, что заболевший человек, подобно курице, с заходом солнца начинает наткаться на стены. В сумерках он ничего не видит. Как мы теперь знаем, для черно-белого зрения необходимы особые нервные образования сетчатки — палочки. В их работе участвует витамин А, который и назван даже ретинолом, поскольку «ретиная» по-латыни — «сетчатка глаза».

Авиценна, конечно, ни о каком витамине А знать не знал, но зато умел наблюдать. Вот что он пишет: «Сок козьей печени, с перцем или без него, дается от куриной слепоты — в пище или в мази, или же глаз держат над паром сока». Насчет пара он, конечно, ошибался: витамин в пар не переходит, но не будем слишком уж строги — все же самое начало одиннадцатого века.

В более позднем московском лечебнике, известном под названием «Прохладный вертоград», содержится такое же указание, но рекомендуется сомовья или осетровая печень, которая «светлость очам дает и затмение очное отгонит». Позднее на сцене появляется печень трески и получаемый из нее рыбий жир. Теперь уже, кстати, рыбий жир получают не только из печени рыб, но и из печени китов. Но название осталось прежнее: рыбий.

Витамин А, содержащийся в печени всех животных, и особенно морских рыб и северных млекопитающих, был первым из открытых учеными витаминов. Поэтому он и получил первую букву алфавита: А. Произошло это в 1916 году.

Витамин А полезен не только при куриной слепоте, но и при ранениях глаз, болезнях кожи, болезни кишечника и легких, то есть при всех болезнях слизистых оболочек. И совсем не обязательно пить рыбий жир. Можно есть морковь. Однако готовить ее нужно только с маслом: вещество каротин, содержащееся в моркови, превращается в витамин А только в жировой среде.

Если бы применение рыбьего жира ограничивалось лечением куриной слепоты, добыча его была бы нерентабельной — не так уж и распространена эта болезнь. Главный «потребитель» рыбьего жира — рахит. Известен он очень давно — его следы находят даже на костях доисторического человека. Однако расцвет болезни совпал с бурным строительством городов и ростом рабочих трущоб. К концу XVIII века в промышленных городах Англии эта болезнь приняла характер эпидемии. Ее иногда и называют даже не рахитом, а английской болезнью. Она особенно поражает детей, растущих без солнца. В их костях не откладывается кальций, а потому они с возрастом не твердеют. Ноги под тяжестью тела искривляются, принимая форму букв Х или О. Изгибается позвоночник, мышцы становятся дряблыми, устойчивость к заболеваниям снижается. Типичный вид ребенка, больного рахитом, — головастики с большим животом на кривых ножках. Такие дети, как ни странно, встречаются не только в северных районах, где солнца мало, но и на юге. И не только в городах, но и в деревнях. Этому способствуют крайне живучие и очень вредные привычки кутать детей, надевать на них одежду, закрывающую все тело. У ребенка, тельце которого позолочено загаром, рахита не бывает — в его коже в слое подкожной жировой клетчатки вырабатывается специальное антирахитическое вещество.

Английские врачи, обеспокоенные распространением рахита, еще в XIX веке обратили внимание на то интересное обстоятельство, что дети эскимосов, гренландцев, алеутов, лапландцев не болеют рахитом, хотя солнца не видят совсем. От этих-то народов и стало известно о пользе рыбьего жира и рыбьей и моржовой печени. Вскоре из жира паптуса было выделено особое вещество, необходимое для нормального роста детей. Поскольку витамины А, В и С к тому времени уже были известны, новое вещество получило букву Д. В дальнейшем, когда выяснилось, что это вещество способствует переносу кальция из кишечника в кости, появилось и название: кальциферол («феро» по-латыни — «до-ставляю»).

С 1928 года начато производство синтетического витамина Д. Казалось бы, печень исчерпала уже свои возможности. Но тут подоспели новые события.

В 1926 году английские врачи Майнот и Мерфи обнаружили, что печенью можно спасти жизнь больных злокачественным малокровием, которое раньше считалось смертельным. Но для его лечения требовалось ежедневно съедать ни много ни мало 200—300 граммов сырой или еле обжаренной печени. На первый взгляд, это просто, однако печень-то приходилось есть всю жизнь. Ведь только вдуматься: почти треть килограмма сырой печени ежедневно!

А как же рыбий жир? Разве про него забыли? Оказывается, ни рыбий жир, ни тресковая, ни даже осетровая печень при этой болезни не помогают. Тут нужна говяжья печенка. Еще раньше было установлено, что не все витамины, подобно А и Д, растворяются в жирах. Витамины группы В растворяются в воде. А если это так, то необходимое вещество можно, наверное, экстрагировать из печени водой. Но сказать куда проще, чем сделать. А как оценить полученный экстракт? Ведь животные злокачественным малокровием не болеют. Каждый новый препарат приходилось проверять на больных людях.

10 лет потребовалось, чтобы научиться экстрагировать из печени активное начало. Полученный препарат поступил в аптеки. Теперь вместо 200 граммов печени больным достаточно принять столовую ложку лекарства. Но и этот препарат до наших дней не дожил, он был заменен другим, более эффективным.

Следующий шаг: приготовление препарата, вводимого под кожу. При таком поступлении (мимо желудка и кишечника) лекарство действовало лучше. Но не всякий экстракт введешь под кожу. Мало того, что он обязан быть стерильным, — это просто, он не должен содержать балластных веществ. Белков, к примеру. Лечебный эффект достигался всего двухразовым в неделю введением препарата по одному миллилитру внутримышечно.

Открыть биологическую природу таинственного целебного вещества из печени помогли два наблюдения микробиологов и

ветеринаров. Ученые, занимающиеся изучением микроорганизмов, заметили, что некоторые микробы и грибки не растут на средах, пригодных для размножения большинства их собратьев. Поддай им экстракт печени. Было очень похоже, что и человеку и микробам нужно одно и то же вещество и что это вещество — витамин, активизирующий размножение клеток (кровь-то ведь тоже микроскопические клетки). Чтобы оценить неизвестный витамин, это наблюдение проверили на культурах микроорганизмов. Получили положительный ответ.

Второе наблюдение: появление особого заболевания домашних животных в Австралии. Как оказалось, оно возникает у жвачных животных (коров и овец), если в кормах и почве не хватает кобальта. А лечится это заболевание... тоже экстрактом печени. Стало ясно, что в состав витамина входит кобальт. Невидимка, таким образом, обрел видимость, поскольку определение кобальта сложности не представляет. Вслед за этим установили, что если в корме есть кобальт, витамин синтезируется в желудке коров особыми микробами. Стало быть, если извлечь эти микроорганизмы из желудка коров и дать им кобальт, то витамин можно получить и в пробирке.

Выделили витамин в чистом виде только в 1948 году. Его обозначили шифром В<sub>12</sub> и назвали цианкобаламином. Однако в аптеки витамин поступил не сразу. Из печени его выделить не удавалось — уж очень мало там его содержание: для получения одного грамма витамина В<sub>12</sub> нужно было переработать тонну (!) говяжьей печенки. Витамин начали получать, лишь научившись заставлять трудиться синтезирующие его микроорганизмы.

Одновременно выяснилась и причина злокачественного малокровия. В желудке человека такие микробы, которые вырабатывают витамин, не водятся. Человек должен получать его вместе с пищей. Потребность человека в витамине В<sub>12</sub> ничтожна, всего 2 микрограмма (0,000002 грамма) в сутки вполне достаточно для полного здоровья. Однако для успешного усвоения витамина необходимо, чтобы желудок исправно выделял особое вещество — гастромукопротеин. Если его нет (например, при атрофии слизистой оболочки желудка), то всасывание витамина стенками кишечника резко ухудшается. Для поддержания здоровья требуется в 100 раз больше витамина. Если здоровому человеку вполне достаточно обычного количества животной пищи, то больному приходится есть сырую печень, в которой витамин В<sub>12</sub> содержится в наибольших концентрациях. О животной пище упомянуто не зря. Авитаминоз при нехватке витамина В<sub>12</sub> может развиться и в том случае, если человек не ест мяса, рыбы и яиц. Включение этих продуктов в диету особенно важно при повышенной потребности в витамине, которая отмечается у детей, у беременных женщин.

Если витаминопрепарат вводится под кожу или внутривенно, то никакого гастро-



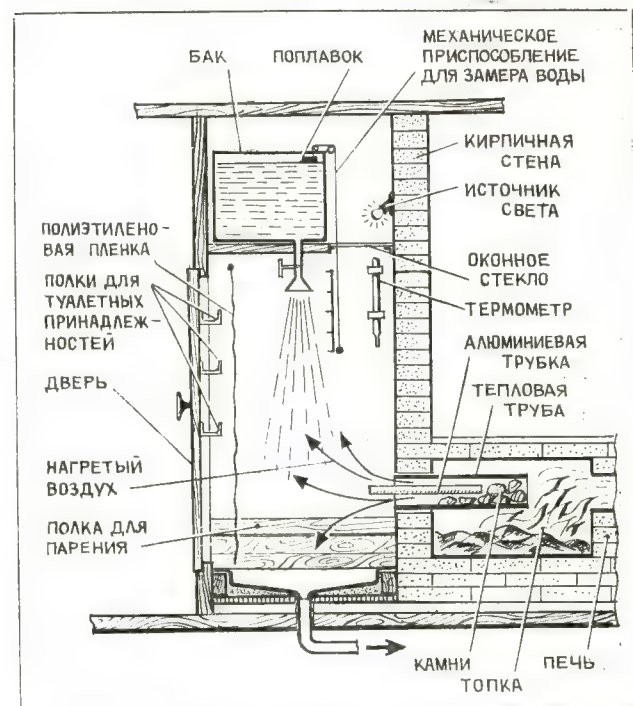
В садовом домике, имеющем печку, можно оборудовать маленькую сауну, которая доставит немало удовольствия любителям парной бани. Точнее, это даже не сауна в чистом виде — это душ-парилка, так как в целях экономии места в ней и парятся и обмываются под душем.

Баня пристраивается к одной стенке печи, разумеется, с соблюдением противопожарных мер, причем стена, соприкасающаяся с печкой, делается из кирпича. Остальные части бани выполнены из дерева, ее площадь  $1 \times 1,5$  м, высота 2 м. У одной из стен размещается полка, на которой сидят, когда парятся.

Стены нужно как следует теплоизолировать, чтобы тепло из парилки не уходило. Дверь уплотнить полосками поролона.

Воздух в бане нагревается за счет металлической трубы, расположенной в топке печи. Один конец трубы наглухо заварен, он выходит в топку. Другой, открытый, обращен в баню. Длина трубы 40 см, диаметр 12 см. В нее закладывается несколько камней, на которые при желании можно плеснуть чуть-чуть воды.

Для того чтобы получить высокую температуру сухого воздуха, надо вставить в трубу алюминиевую трубку и подсоединить к ней пылесос, работающий в режиме компрессора. Нагнетаемый воздух нагревается о рас-



каленные стенки трубы, и температура в парилке за 10 — 15 минут поднимается до  $80^\circ$  и выше. Если температура через некоторое время упадет, пылесос включают снова (для чего выключатель выводится внутрь парилки). При желании можно установить стационарный вентилятор, постоянно подсоединенный к тепловой трубе.

После парной приятно принять душ. Он смонтирован здесь же, его бак рас-

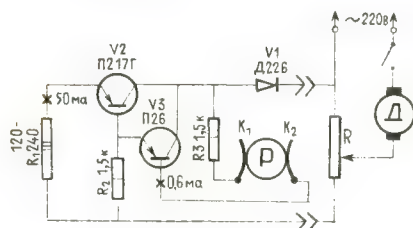
положен на потолке парилки. Воду, которой требуется не так уж много, можно подогреть электрокипятильником.

Вся мини-сауна очень проста в изготовлении, быстро приводится в действие и не занимает много места. В ней всегда тепло, поэтому когда она не работает как баня, ее можно использовать как умывальную и душевую.

**С. СОЗЫКИН**  
(г. Свердловск).

Рис. 8. Электрическая схема регулирования скорости. Д — двигатель проектора, R — реостат проектора, P — ролик синхронизации, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> — контакты синхронизатора, V<sub>1</sub> — Д226, V<sub>2</sub> — П217Г, V<sub>3</sub> — П26, R<sub>1</sub> — резистор

Рис. 8.



ОПЗВЕ-3 120—240 Ом. При разомкнутых контактах K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub> транзисторы V<sub>2</sub> и V<sub>1</sub> закрыты (на них не поступает управляющий ток). При замыкании K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub> вращающимся роликом, подвешенным на петле магнитной

ленты, транзисторы V<sub>2</sub> и V<sub>1</sub> срабатывают и пропускают ток около 50 мА через дополнительное сопротивление R<sub>1</sub>, в результате чего увеличивается частота вращения электродвигателя Д. При регулировке устройства реостат кинопроектора следует установить в такое положение, чтобы ролик медленно перемещался вверх. Достигнув контактов K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub>, он замкнет их, увеличится скорость ленты в кинопроекторе, а следовательно, увеличится размер петли магнитной ленты, ролик начнет опускаться и разъединит контакты K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub>.

Рис. 9.

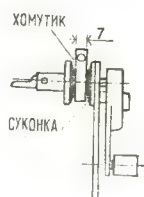


Рис. 9. Фрикционное устройство для подтормаживания подающей катушки кинопроектора.

# В ОБЪЕКТИВЕ САТУРН

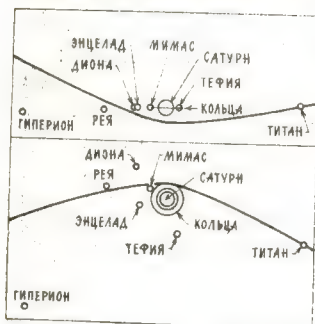


Схема траектории «Вояджера-1» около Сатурна, сверху — вид в полярной плоскости, внизу — в экваториальной.

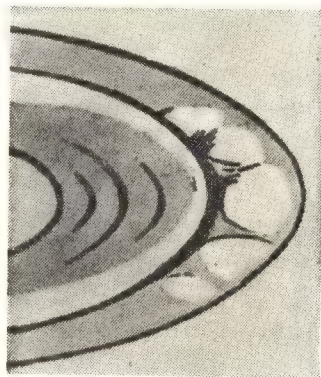
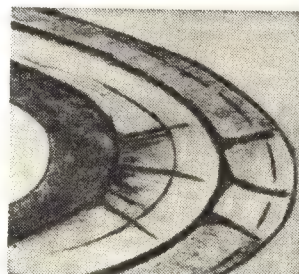
Наиболее интересные результаты, полученные «Вояджером», относятся не к самой планете, а к ее кольцам и спутникам. Оказалось, что широкие кольца Сатурна, открытые еще Гюйгенсом, состоят из сотен узеньких колечек. В одном из колец два или три таких колечка переплетаются, как сплетаются отдельные нити троса. Ученые пока не смогли предложить возможный механизм образования такой структуры. Не меньше удивило планетологов и обнаружение в кольцах держащихся по несколько часов поперечных темных образований, названных «спицами». Любопытно, что подобные поперечные полосы разглядел на кольцах еще в 1896 году астроном Э. Антониади, известный своими наблюдениями Марса. Но этот

Исследование космического пространства и тел Солнечной системы, блистательно начатое в 1957 году первым искусственным спутником Земли, было продолжено первой искусственной планетой «Луна-1», первым фотоавтоматом «Луна-3», обогнувшим наш естественный спутник, и другими аппаратами, прежде всего советскими и американскими: «Луноходами», «Венерами», «Пионерами», «Викингими». А вот последняя из таких работ: в ноябре прошлого года американский космический аппарат «Вояджер-1», запущенный в 1977 году, прошел вблизи от Сатурна и передал цветные снимки планеты, ее колец и спутников.

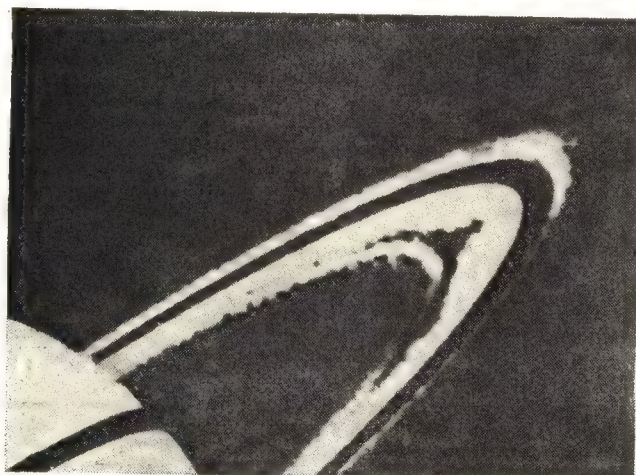
Собранная информация будет обрабатываться еще долго, но многие результаты уже опубликованы. Мы рассказываем по материалам зарубежной печати о некоторых данных, поступивших с «Вояджера».

астроном увидел «спицы» столь смутно, что не решился уверенно говорить об их существовании. Природа «спиц» еще не расшифрована. Неясно, как могут существовать устойчивые поперечные образования на кольцах, которые вращаются с разной угловой скоростью (близкие — быстрее, удаленные — медленнее, как и положено по законам небесной механики). Высказывается предположение, что «спицы» могут появляться в результате некоторого волнового процесса. Иллюстрировать эту гипотезу можно такой аналогией: когда ветер гонит волны по пшеничному полю, это не значит, что растения перемещаются — просто поочередно опускаются и выпрямляются верхушки соседних колосьев. По-види-

мому, и в кольцах Сатурна дело может обстоять примерно так же: если «спицы» как бы стоят на кольцах, движущихся с разной скоростью, это не значит, что они неподвижны, просто по всей ширине колец распространяется какой-то



Так «спица» выглядит вблизи (фото слева). Вверху — так эти образования видели при особо благоприятных атмосферных условиях с Земли. Верхний рисунок выполнил в прошлом веке Э. Антониади, нижний — в 1972 году С. О'Мира.







состоянием этих каналов, контролирует их.

Занимаясь проблемой такого контроля, советские специалисты Н. Володина, В. Козлов и А. Петрашевич создали электронный контролер — установку, которая по заданной программе ведет непрерывный контроль качества каналов связи и вы-

дает дежурному оператору необходимую информацию.

На снимке: демонстрация электронного контролера на ВДНХ СССР.

#### КОНТЕЙНЕР ДЛЯ СЕДЛА

Чтобы заводы выпустили запланированные миллионы

велосипедов, на участки сборочных конвейеров должны быть доставлены миллионы комплектующих изделий, то есть узлов и деталей, из которых состоит велосипед. И хотя в принципе транспортировка велосипедных деталей особой сложности не представляет, доставка седел — «узкое место»: их трудно уложить в стандартную упаковку так, чтобы в пути не нарушился товарный вид.

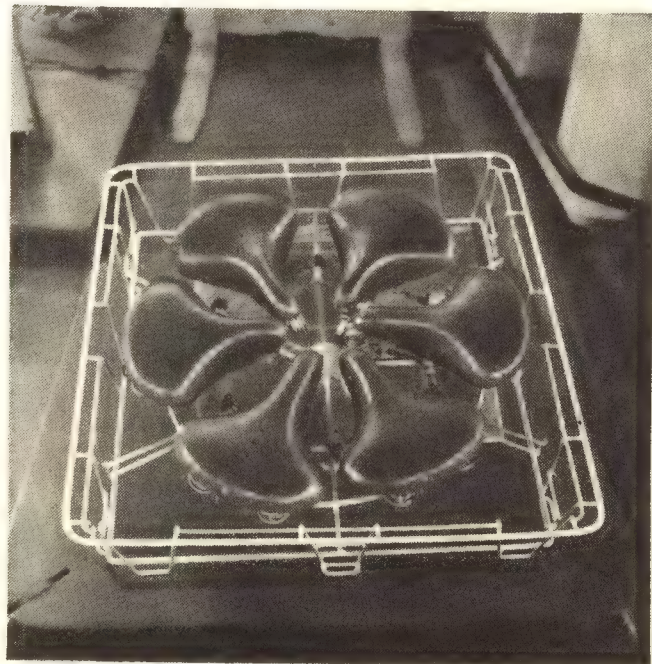
За проблему тары для велосипедных седел — а ее считали бесперспективной — взялись рационализаторы В. Алексеева, В. Коноплев и А. Мочалов. Они сконструировали контейнер-каркас на шесть седел, который позволяет перевозить седла любым видом транспорта на любые расстояния без опасения повредить изделие. Контейнеры-каркасы собираются в штабеля.

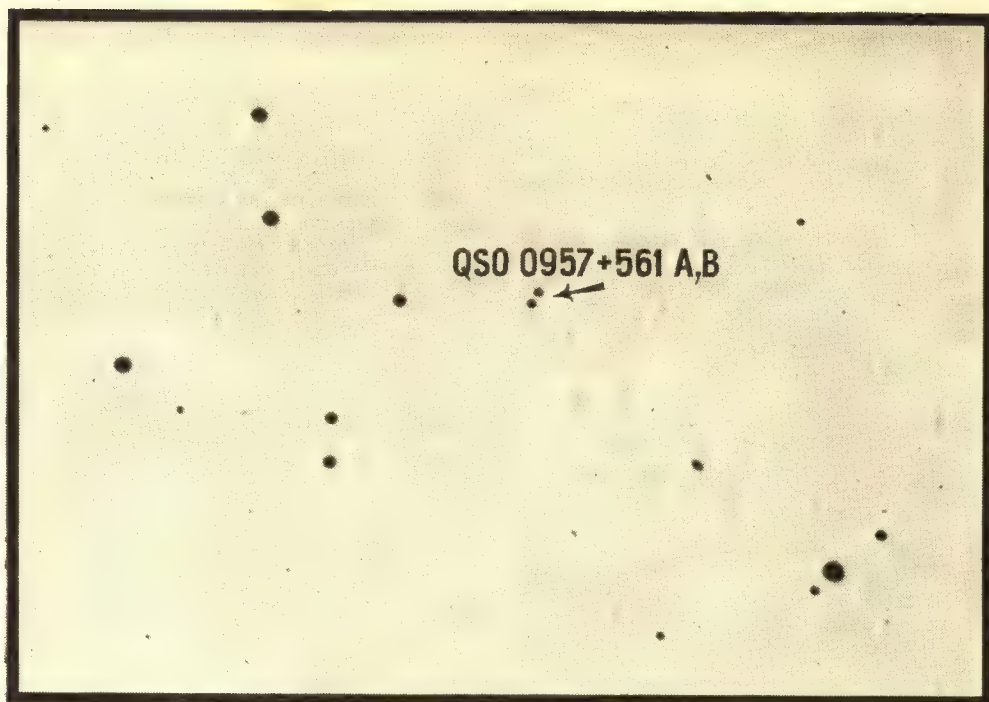
#### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ГЕРМЕТИК

Механикам и водителям автомобилей известно, как трудно, особенно в пути, ликвидировать возникшую в системах охлаждения или смазки течь воды, антифриза или масла, когда пробивается прокладка в местах соединений шлангов. Чтобы заменить копеечную прокладку, требуется зачастую сливать из системы жидкость и тратить не один час на работу.

На помощь автомобилистам пришли химики Проектно-конструкторского бюро «Союзбытхима». Они разработали рецептуру и технологию изготовления пастообразного автогерметика. Достаточно наложить эту пасту на ремонтируемое место, и она превращается в прочную заплату. Автогерметик вулканизируется, превращаясь в резиноподобный материал, при обычной температуре на воздухе, поэтому из него можно приготовить резиноподобные детали любой формы и размеров.

Автогерметик «Союзбытхима» не токсичен и не огнеопасен.





## ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИН

В середине 1979 года были открыты два близко расположенных и необычайно похожих квазара. Интенсивные исследования этих квазаров, проводившиеся во многих обсерваториях мира, позволили сделать вывод о том, что во Вселенной обнаружена первая гравитационная линза.

В течение последних десятилетий развитие науки о Вселенной происходило очень быстрыми темпами. Достаточно вспомнить об открытии реликтового излучения, квазаров, пульсаров (см. «Наука и жизнь» № 8, 1978 г. и № 10, 1980 г.). Современные астрономические приборы дают нам возможность заглянуть далеко в глубь Вселенной, непосредственно увидеть, что происходило в прошлом, поскольку сигналы, приходящие от очень удаленных объектов, возникли миллиарды лет назад. Изучение космических объектов принесло уже немало сюрпризов, один из последних — открытие гравитационной линзы.

В середине 1979 года внимание астрофизиков всего мира привлекло открытие пары близких и чрезвычайно похожих квазаров. Интенсивные исследования этого уникально-

го объекта, продолжавшиеся более года, позволили сделать вывод о том, что во Вселенной обнаружена гравитационная линза, явление никогда ранее не наблюдавшееся. Для того, чтобы понять, что собой представляет такая линза и как была выявлена, полезно вспомнить об истории открытия квазаров и о некоторых свойствах этих далеких космических объектов.

В пятидесятых годах, когда началось строительство больших радиотелескопов, астрономы приступили к радионаблюдениям всего неба, измеряя в каждом его участке интенсивность приходящих радиоволн. При этом были обнаружены области, от которых приходит довольно сильное радионизлучение. Вначале думали, что это излучение генерируется какими-то звездами. Однако большинство звезд очень слабо излучает в радиодиапазоне, и, кроме того, ни один такой сильный источник излучения не удавалось отождествить со звездой. Тогда новым не видимым в оптическом диапазоне объектам было дано название «радиоисточники».

Проблема природы этих объектов приобрела особую остроту в начале шестидесятых годов, когда из 3-го Кембриджского каталога радиоисточников выделили несколько излучающих областей с размерами меньшими одной угловой секунды. Их попытались

● НАУКА. ВЕСТИ  
С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ



Фотография двойного квазара QSO 0957+561 А, В, полученная советскими астрономами на шестиметровом телескопе в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. Как принято в астрономических публикациях, здесь приводится негатив фотографии, и поэтому ночное небо оказалось светлым, а сами звездные объекты — черными.

отождествить с оптическими точечными источниками, с объектами, выглядящими как звезды, в отличие от несколько размытых галактик. Впервые это удалось сделать для радионисточника ЗС 48, положение которого совпало с положением очень слабой звездочки. Самым неожиданным оказалось то, что спектр ее был не похож ни на спектры звезд, ни на известные спектры галактик. А отсюда следовал довольно простой вывод: загадочный источник радиоизлучения не мог быть ни звездой, ни обычной галактикой.

Разрешение загадки пришло неожиданно. В 1962 году положение и угловые размеры неотожествленного с оптическим объектом радионисточника ЗС 273 удалось определить с точностью до одной сотой угловой секунды. Оказалось, что ЗС 273 состоит из двух компонентов. Положение одного из них совпало с довольно яркой звездочкой, а второй

Предполагают, что они скорее всего являются ядрами галактик, находящихся на активной стадии эволюции. В квазарах происходят бурные физические процессы, и с этим связана их аномально высокая светимость, в тысячи раз превышающая светимость обычных, спокойных галактик. Кроме того, квазары обладают необычными спектрами, не похожими на спектры звезд и спокойных галактик, и параметры квазаров (в частности, потоки излучения в определенных полосах частот) сильно изменяются со временем. Сейчас уже открыто около шестисот квазаров, и все они имеют довольно большие красные смещения  $z$ . Найдены, в частности, квазары, у которых  $z \approx 3-3.5$ .

Красное смещение спектров квазаров связано с доплеровским эффектом. Хорошо известно, что если источник излучения удаляется от наблюдателя, то квант света с определенной длиной волны, испущенный им, будет приниматься наблюдателем несколько смещенным в красную сторону, то есть длина волны принятого кванта превысит длину волны испущенного. К моменту открытия квазаров красное смещение спектров космических объектов было уже хорошо известным явлением. Еще в 1929 году американский астроном Эдвин Хаббл обнаружил, что спектры большинства галактик смещены в красную область. Он предположил, что это

## ЗА ВО ВСЕЛЕННОЙ

В. МУХАНОВ,  
аспирант  
МФИ

компонент был отождествлен с исходящим из звездочки выбросом, едва видимым на фотографии. Спектр самой звезды содержал неизвестные линии излучения. Голландский астроном М. Шмидт предположил, что это спектральные линии известных химических элементов, очень сильно смещенные в сторону длинных волн, как принято говорить, в красную сторону. Он делил каждую наблюдаемую «загадочную» длину волны на число  $1 + z$  (число  $z$  называют красным смещением) и подбирал  $z$  таким образом, чтобы эти длины волн, деленные на  $1 + z$ , совпали со спектральной серией какого-либо из известных химических элементов. Шмидту удалось идентифицировать ряд линий в оптическом спектре ЗС 273 с определенными линиями в спектре водорода. Красное смещение для этих линий оказалось равным 0,16. С чем связано красное смещение  $z$  и что означает его величина, будет объяснено несколько позже.

Обнаруженные источники нового типа стали называть квазизвездными объектами, или, более коротко, квазарами.

С момента открытия первых квазаров прошло уже около двадцати лет. Хотя множество загадок, связанных с этими уникальными объектами, еще не разгадано, тем не менее астрофизики продвинулись далеко вперед в понимании природы квазаров.

связано с разбеганием галактик. Наблюдения показали, что скорость убегания какой-либо галактики от нас прямо пропорциональна расстоянию до нее, то есть более удаленные объекты обладают большими относительными скоростями. Открытие Хаббла дало наблюдательные обоснования для концепции расширяющейся Вселенной, теоретически предсказанной советским физиком А. А. Фридманом в 1922 году.

Измерение красного смещения позволяет определять расстояние до наиболее удаленных объектов в космосе в тех случаях, когда другие методы для этого непригодны.

В частности, таким методом измеряют расстояния до квазаров. Большое красное смещение подавляющего большинства квазаров связано с их огромными скоростями (обычно десятки процентов от скорости света) и свидетельствует о том, что эти квазары находятся на очень больших расстояниях от нас, вплоть до нескольких миллиардов световых лет. То, что мы видим квазары на таких огромных расстояниях, говорит, что это не только наиболее удаленные из наблюдаемых, но и наиболее яркие космические объекты.

В марте 1979 года американские астрономы Волш, Карсвелл и Вейман нашли экзотическую пару квазаров, расстояние между которыми составляет всего шесть угловых



секунд (это примерно три тысячных видимого диаметра полной Луны). Столь малое расстояние уже само по себе кажется удивительным, так как все известные квазары распределены на небе более или менее равномерно, и среднее расстояние между ними составляет несколько градусов (около десяти диаметров Луны). Найденной паре квазаров было присвоено название QSO 0957 + 561 А, В. Цифры в этом названии обозначают координаты, а буквы А и В напоминают, что такие координаты имеют сразу два квазара. Из-за близости компонентов А и В объект QSO 0957 + 561 А, В стали называть просто «двойным квазаром».

Красные смещения компонентов А и В в эмиссионных линиях их спектров оказались одинаковыми и равными 1,41. Напомним, что эмиссионные линии обычно образуются непосредственно в источнике излучения при переходах электронов в атомах с более высоких энергетических уровней на более низкие. Одинаковость красных смещений означает, что оба квазара находятся на одном и том же расстоянии от нас и удаляются с одной и той же скоростью — для измеренного  $z = 1,41$  эта скорость составляет 70,7% от скорости света.

Детальное сравнение спектров компонентов А и В «двойного квазара» еще больше удивило астрономов. Спектры даже в деталях оказались необычайно похожими. Во всяком случае, среди всех изученных спектров квазаров не найдется двух настолько же похожих. И поэтому возникло предположение, что на самом деле мы видим не два различных квазара, а один, изображение которого расщеплено гравитационной линзой.

Согласно общей теории относительности луч света в неоднородном гравитационном поле искривляет свою траекторию. Справедливость этого следствия эйнштейновской теории была блестяще подтверждена наблюдениями, в которых определялось отклонение световых лучей некоторых звезд Солнцем. Возникновение гравитационной линзы целиком связано с искривлением траекторий световых лучей в гравитационных полях. На возможность существования таких линз указывал еще Эйнштейн. Он рассмотрел возможность образования гравитационных линз звездами нашей галактики и нашел, что в этом случае эффект будет чрезвычайно слабым и практически недоступным для наблюдений.

Возможность обнаружить гравитационную линзу реально появилась лишь в последнее время, в основном благодаря совершенствованию техники для достаточно подробного исследования объектов, расположенных на расстояниях в миллиарды световых лет. Предположим, что свет от какого-либо источника, например, квазара К (см. рис. 1 на цветной вкладке), воспринимается наблюдателем Н, находящимся на Земле. Предположим также, что между квазаром и Землей вблизи прямой КН расположен очень компактный объект М с сильным гравитационным полем, например, черная дыра с большой массой. Если бы этого объ-

екта не было, свет на Землю приходил бы по прямой КН и давал бы, естественно, одно изображение квазара. Грубо говоря, в этом случае из всех лучей, испущенных источником К, мы видели бы лишь луч 1.

В гравитационном поле массивного объекта М свет будет отклоняться. В частности, невидимый ранее луч 2 отклонится на угол  $\alpha_2$  и придет к наблюдателю. Наблюдатель, ничего не зная об искривлении световых лучей источника К в гравитационном поле объекта М, будет считать, что видит некоторый источник К<sub>2</sub>, свет от которого, как обычно, приходит к нему по прямой. Аналогично луч 3 создает иллюзию существования на небосводе источника К<sub>3</sub>. Все другие лучи (в частности и луч 1, отклоненный гравитационным полем) пройдут мимо наблюдателя. В итоге наблюдатель увидит два изображения К<sub>2</sub> и К<sub>3</sub> одного квазара К.

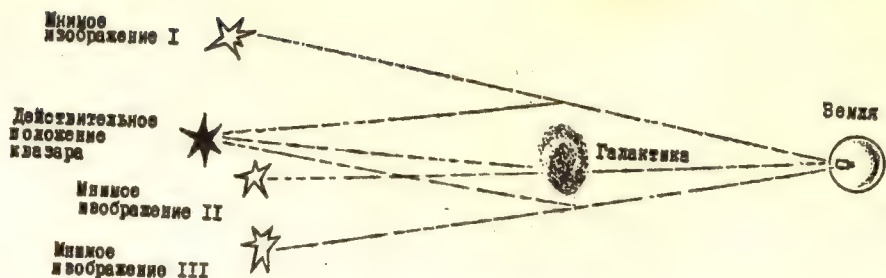
Пока мы рассматривали двумерную, плоскую картину. Она очень хорошо отражает реальную ситуацию, если объект М находится достаточно далеко от прямой КН: в этом случае все лучи, не лежащие в плоскости, проведенной через К, М и Н, пройдут мимо наблюдателя и их можно не учитывать. Если же тело М, отклоняющее свет, находится точно на прямой КН, то линза получается симметричной относительно оси КН (нет выделенной плоскости) и изображение источника представляет собой равномерно светящееся кольцо (рис. 2 на вкладке). По мере смещения объекта М с прямой КН кольцо деформируется, появляются более слабые и более яркие участки, а при заметной асимметрии линзы различие яркости этих участков усугубляется настолько, что в итоге наблюдатель Н видит два практически точечных изображения.

Теперь, когда мы познакомились с устройством гравитационной линзы, можно вернуться к рассказу о наблюдениях квазара QSO 0957 + 561 А, В.

Важным шагом для анализа ги тезы гравитационной линзы должны были стать наблюдения «двойного квазара» не только в оптическом диапазоне, но и в других участках спектра, в частности в радиодиапазоне.

Радионаблюдения объектов QSO 0957 + 561 А, В были проведены в июле 1979 года на телескопе VLA американскими радиоастрономами Робертсом, Гринфилдом и Бёрке. Этот радиотелескоп состоит из 27 антенн, каждая диаметром в 25 метров. Он позволяет разделить объекты, находящиеся на расстоянии всего в 0,6 угловых секунд, то есть разрешающая способность телескопа, как и других современных радиоастрономических систем (см. «Наука и жизнь» № 4 1977), лучше, чем у самых крупных оптических телескопов. Наблюдения показали, что радиоисточники вблизи QSO 0957 + 561 А, В имеют сложную структуру и занимают довольно большую область — до 12 угловых секунд (см. рис. 3 на цветной вкладке; это — обработанное компьютером изображение, полученное на телескопе VLA; разными цветами показаны области с разной интенсивностью излучения на волне длиной около 6 см: наибольшей интенсивности соответствует белый цвет, затем в порядке убывания





интенсивности следуют фиолетовый, голубой, синий, желтый, красный, зеленый, черный; фотография напечатана в журнале «Scientific American»).

В этой структуре можно выделить четыре ярко выраженных компонента, причем компоненты А и В можно отождествить с оптическими изображениями «двойного квазара».

На первый взгляд радионаблюдения подтверждают предположение о том, что QSO 0957 + 561 А, В — результат действия гравитационной линзы: радионизображение «двойного квазара» приблизительно соответствует его оптическому изображению, которое было интерпретировано как раздвоенное линзой. Но, с другой стороны, есть небольшое различие в радионизображениях самих компонентов А и В, а кроме того, вблизи В нет какой-либо структуры, аналогичной области R, найденной вблизи А. Эти различия трудно совместить с простой моделью гравитационной линзы. Было, наконец, еще одно сомнение. Робертс и его коллеги проанализировали теорию гравитационной линзы, считая, что объект, отклоняющий световые лучи (объект М), очень компактный. В этом случае ничтожно мала вероятность образования гравитационной линзы, дающей соизмеримую яркость обоих компонентов. Реально же в период наблюдений яркость компонентов А и В была приблизительно одинаковой, она различалась всего на 20 процентов.

С учетом всего этого группа Робертса пришла к выводу, что скорее всего QSO 0957 + 561 А, В представляет собой пару разных физически связанных квазаров (скажем, они гравитационно взаимодействуют и имеют общее газовое облако), которые находятся на расстоянии 200 тысяч световых лет друг от друга.

Мы знаем, что звезды и галактики могут образовывать двойные системы. Может ли QSO 0957 + 561 А, В быть первой найденной двойной системой квазаров? Если разные физически связанные квазары образовались и эволюционировали в одинаковых условиях, то нет ничего удивительного в идентичности их спектров. Во всяком случае, для объяснения такой идентичности не обязательно привлекать гипотезу гравитационной линзы. Гипотеза физически связанной пары разных квазаров была подвергнута детальному рассмотрению, и при этом столкнулись с огромными трудностями.

Как и у многих других квазаров, спектр QSO 0957 + 561 А, В наряду с линиями излучения имеет также ярко выраженные ли-

Если гравитационная линза создается достаточно протяженной массивной областью, например, галактикой, то лучи, исходящие от квазара, могут искривиться так, что наблюдатель увидит три мнимых изображения.

нии поглощения, то есть в достаточно узком диапазоне вблизи некоторых длин волн резко ослаблена интенсивность излучения по сравнению с тепловым спектром. Подобные линии обычно связаны с поглощением излучения в облаках холодного газа на пути между квазаром и нашей галактикой. Красное смещение всех линий поглощения в спектрах обоих компонентов А и В «двойного квазара» оказалось одинаковым — оно равно 1,39. Эта величина очень близка к красному смещению эмиссионных линий, которое, как уже говорилось, тоже одинаково и равно 1,41. Близость красного смещения для линий поглощения (поглощающий газ) и излучения (сам объект) указывает на то, что поглощение происходит в газовом облаке, которое находится вблизи QSO 0957 + 561 А, В. Одинаковость красного смещения в линиях поглощения компонентов А и В «двойного квазара» чрезвычайно трудно объяснить в рамках гипотезы о физически связанной паре квазаров.

В середине 1979 года в вопросе о природе объекта QSO 0957 + 561 А, В сложилась конфликтная ситуация. Астрономы, работающие на оптических телескопах, полагали, что этот объект представляет собой первую найденную гравитационную линзу, в то время как радиоастрономы считали, что с большей вероятностью «двойной квазар» — пара разных квазаров. Окончательный ответ на вопрос о том, что же на самом деле есть QSO 0957 + 561 А, В, могли дать только дальнейшие наблюдения.

Гравитационная линза создается массивным объектом М, отклоняющим световые лучи, и, если линза действительно существует, мы в принципе должны были бы видеть этот объект. Первый и наиболее естественный кандидат на роль массивного объекта М — какая-либо галактика, и поэтому дальнейшие усилия астрономов были направлены на поиски этой гипотетической галактики. Искать ее с помощью оптических телескопов чрезвычайно трудно: если галактика находится на пути между нами и квазаром, то ее изображение на фотографиях будет очень слабым и галактику трудно будет обнаружить рядом с более яркими квазарами. Первая серия наблюдений



оказалась безрезультатной: нужную галактику найти не удалось.

Однако вскоре исследования группы астрофизиков из Хэйловской обсерватории, использовавших самую современную аппаратуру, увенчались успехом. Оказалось, что на удалении в 0,8 угловой секунды от компонента В расположена галактика с красным смещением  $z \approx 0,4$ , ее сейчас довольно часто называют линзовой галактикой. По величине красного смещения определили расстояние до линзовой галактики и ее светимость. Оказалось, что галактика расположена приблизительно на полпути между нами и квазаром и ее светимость в  $2 \cdot 10^{11}$  раз больше солнечной, что вполне согласуется со светимостью типичных гигантских эллиптических галактик. Было также найдено скопление галактик, в которое, видимо, входит линзовая галактика.

Сложные математические расчеты гравитационных линз, образованных галактикой и скоплением, показывают, что из-за довольно больших размеров линзовой галактики может появиться три, пять и даже большее число изображений квазара (см. рис. на стр. 31). В частности, для QSO 0957 + 561 А, В должно существовать три изображения. При этом компонент В скорее всего состоит из двух очень близких изображений, которые на фотографиях сливаются. Если со временем удастся обнаружить у компоненты В два отдельных фрагмента, то сомнений в существовании гравитационной линзы уже, видимо, не останется ни у кого.

Гравитационная линза, образованная галактикой, позволяет также интерпретировать радионаблюдения QSO 0957 + 561 А, В. Небольшое отличие в радиоизображениях компонентов А и В может создавать линзовая галактика, которая сама является радиоисточником и несколько искажает радиоизображение компонент В. Что же касается асимметрии всей наблюдаемой радиоструктуры, то ее можно понять, исходя из асимметрии гравитационной линзы, образованной галактикой и скоплением галактик.

Итак, к концу 1979 года были получены веские доказательства в пользу существования гравитационной линзы. Дальнейшие ее исследования проводились во многих обсерваториях мира, причем квазары наблюдались также в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Было получено множество дополнительных результатов, свидетельствующих в пользу гравитационной линзы.

В нашей стране на протяжении полутора лет на шестиметровом оптическом телескопе в САО (Специальная астрофизическая обсерватория АН СССР, станция Зеленчукская) советские астрофизики Г. Бескин, О. Неизвестный и В. Шварцман провели большую работу по изучению переменности компонентов «двойного квазара». Известно, что в квазарах происходят бурные физические процессы и их светимость со временем изменяется. Если QSO 0957 + 561 А, В — это два изображения одного ква-

зара, то должна быть взаимосвязь между изменением яркости компонентов А и В. Так, например, изменение яркости компонента А может в точности повторять изменение яркости компонента В, но с некоторой задержкой  $\Delta t$ . Эта временная задержка связана с тем, что свет, образующий различные изображения квазара, доходит до нас по разным путям ( $Km_2H$ ,  $Km_3H$ ; см. рис. на цветной вкладке). Во-первых, неодинакова сама длина этих путей, а во-вторых, они проходят на разных расстояниях от объекта М, то есть в гравитационных полях разной интенсивности. А как известно из общей теории относительности, эффективная скорость света зависит от гравитационного поля, в котором он распространяется. Теоретические расчеты показывают, что наиболее вероятная величина  $\Delta t$  находится в интервале от месяца до двух лет. Наблюдения переменности «двойного квазара», проводимые в САО, чрезвычайно важны: обнаружение взаимосвязи в изменениях яркости компонентов А и В неопровержимо докажет, что изображение QSO 0957 + 561 А, В создано гравитационной линзой, так как ничем другим нельзя будет объяснить синхронность изменений яркости компонентов. Кроме того, такие наблюдения помогут определить некоторые неизвестные параметры линзы.

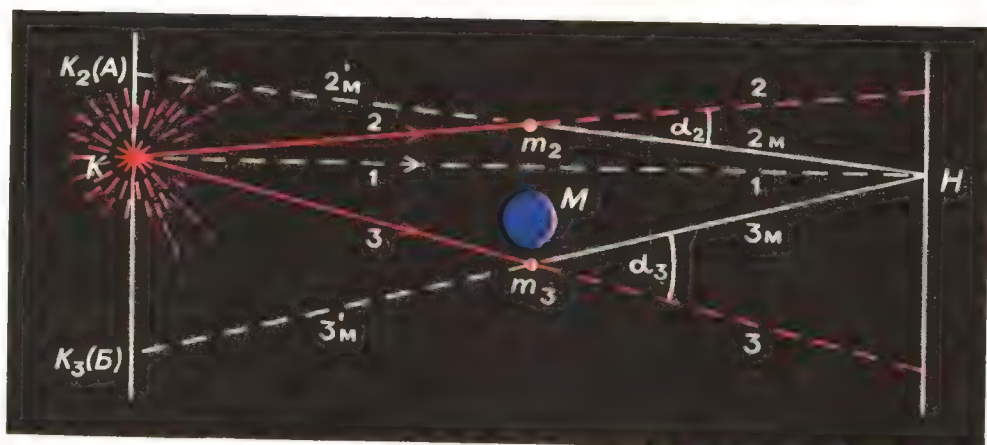
Астрофизики САО обнаружили, что к ноябрю 1980 года компоненты А и В «поменялись ролями»: если во время наблюдений в 1979 году компонент А был ярче, чем В, то в ноябре 1980 года, наоборот, В был ярче, чем А. Этот факт позволяет сделать некоторые конкретные заключения о возможных параметрах линзы.

Суммируя все известные факты, уже сейчас можно довольно уверенно сказать, что во Вселенной обнаружена первая гравитационная линза. Будет удивительно, если эти представления о природе объекта QSO 0957 + 561 А, В радикально изменятся. Любопытно отметить, что до самого недавнего времени этот объект был единственным кандидатом на роль гравитационной линзы. Но совсем недавно был найден «тройной квазар» PG 115 + 08 А, В, С, который, возможно, также «создан» гравитационной линзой. Действительно ли это так, покажут дальнейшие исследования.

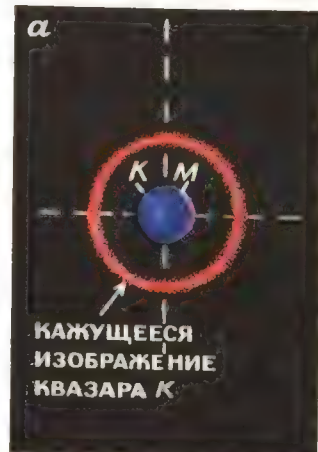
Открытие гравитационных линз непосредственно свидетельствует, что общая теория относительности применима для описания всей Вселенной так же хорошо, как и для явлений внутри Солнечной системы. Это открытие также еще раз доказывает, что квазары находятся от нас на расстояниях в миллиарды световых лет. Кроме того, гравитационные линзы дают новый метод для определения важнейших космологических параметров, таких, как постоянная Хаббла — коэффициент пропорциональности между скоростью убегания объекта и расстоянием до него.

А еще открытие «двойного квазара» QSO 0957 + 561 А, В и быстрое выяснение его природы наглядно продемонстрировало огромные технические возможности современной астрономии.



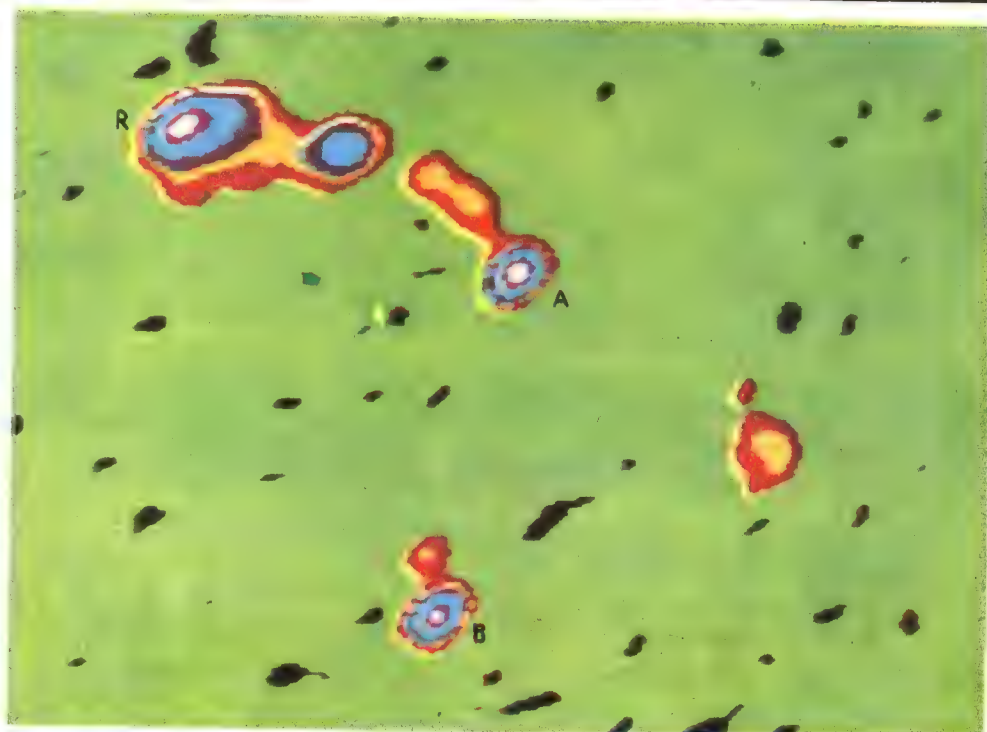


1



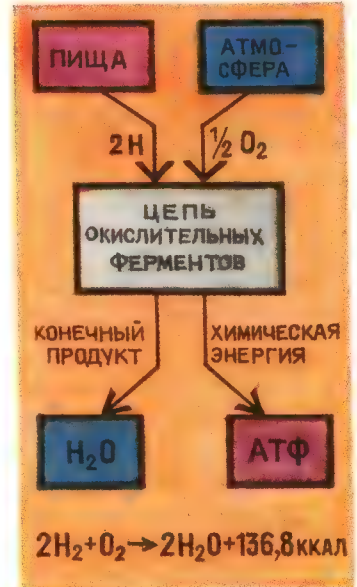
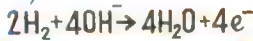
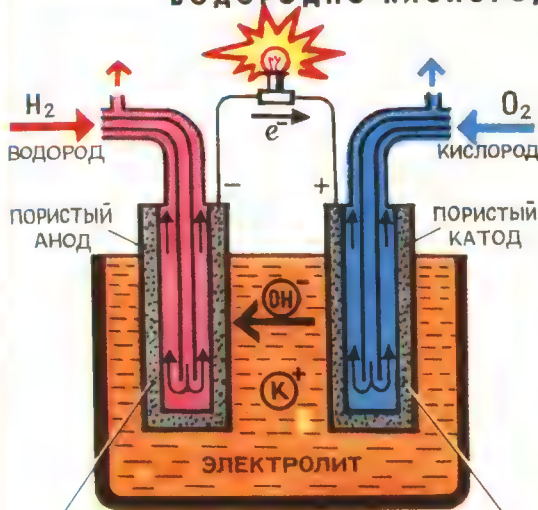
2

3



1

## ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНЫЙ ЭЛЕМЕНТ



В клетках живого организма тоже идет холодное сжигание водорода в кислороде.

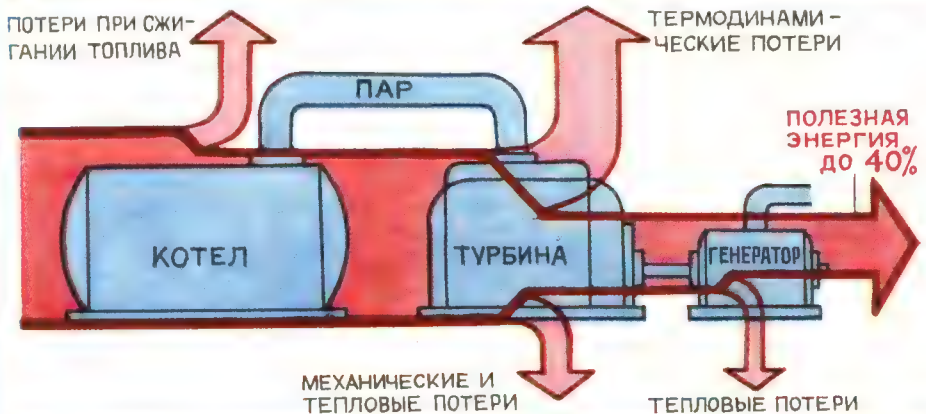
У тепловых машин кпд всегда меньше 100 процентов (см. схему внизу). Для топливных элементов кпд=

$$1 - T \left( \frac{\Delta S}{\Delta H} \right); \text{здесь } T -$$

температура окружающей среды, а  $\Delta S$  и  $\Delta H$  — приращения соответственно энтропии и энтальпии — термодинамических характеристик системы. Для реакций с выделением энергии —  $\Delta H$  отрицательно, а  $\Delta S$  (мера неупорядоченности состояния молекул вещества) бывает и больше и меньше нуля. Поэтому у топливных

элементов кпд может даже в особых случаях превышать единицу. Приведем примеры. Кпд процесса сгорания угля ( $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ) близок к единице: количество молекул газа (эта фаза отвечает максимально неупорядоченному состоянию материи) в ходе реакции не изменилось, поэтому можно считать, что практически  $\Delta S = 0$  и тогда кпд=1. Напротив, при не-

полном сгорании угля ( $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$ ) число молей газа в результате реакции возрастает ( $\Delta S$  больше нуля), и поэтому кпд будет больше 1; так, при  $T = 1200\text{K}$  кпд равен 200 процентам. Никаких чудес в этом нет: топливный элемент работал бы по принципу теплового насоса, преобразуя в электроэнергию тепло, поступающее из окружающей среды.







# Е Е С Л У Ч Ш И М

## НАЯ СЕЛЕКЦИЯ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

ют от коровы в среднем за год около 3750 килограммов молока, содержащего 3,81 процента жира. В лучших заводах черно-пестрой породы — «Лесное», «Детскосельский», «Петровский» Ленинградской области, «Путь к коммунизму» Московской, «Исток» Свердловской областей удои достигли 5500 — 6300 тысяч килограммов молока в год. В знаменитом «Каравашеве» костромские коровы дают почти по 5280 килограммов молока высокой жирности — 3,91 процента. Все это хозяйства, стада которых превышают тысячу коров.

В регионах страны, первыми внедривших элементы крупномасштабной селекции — Московской и Ленинградской областях, республиках Советской Прибалтики, — молочные стада генетически подготовлены к четырехтысячному удою молока от каждой коровы в год.

В хранилищах семени накоплено 150 миллионов глубокозамороженных доз, и теперь искусственно осеменяют около 32 миллионов коров. В стадах родились телята, полученные при осеменении коров семенем, хранившимся 13 лет. Есть быки, потомство которых достигло 42 тысяч животных. Особенно ценны среди таких производителей выдающиеся быки (специалисты их называют улучшателями стада). Их дочери опережают сверстниц по удою на 650 — 1000 ки-

лограммов молока за лактацию. Дочери даже среднего по своим генетическим качествам быка-улучшателя в условиях крупномасштабной селекции могут дать дополнительно молока на сумму свыше миллиона рублей.

Крупномасштабная селекция включает в себя использование мировых генетических ресурсов и сохранение малочисленных, но ценных местных пород.

Для сбора, хранения, обработки и анализа информации о сотнях тысяч и миллионах животных крупномасштабная селекция использует ЭВМ и уже стоит на пути создания автоматизированных систем управления селекционно-генетическими процессами.

Новый метод обогащается новыми идеями: в орбиту крупномасштабной селекции реально включается пересадка эмбрионов, взятых от выдающихся коров-матерей, обычным коровам, которые вопреки своей генетической природе могут таким образом давать высокоценное потомство.

Цикл работ по крупномасштабной селекции в молочном скотоводстве выдвинут на соискание Государственной премии СССР 1980 года. В составе авторского коллектива академики ВАСХНИЛ В. К. Милованов, Л. К. Эрнст, Н. Ф. Ростовцев, А. С. Всяких и другие.





# ГРАВИТАЦИЯ, НЕЙТРИНО И

Доктор физико-математических наук И. НОВИКОВ.

«Гравитация, нейтрино и Вселенная» — под таким заглавием вышла в русском переводе в 1962 году книга известного американского физика Дж. Уилера. Объединение этих понятий не случайно. Слабейшее из известных науке взаимодействий — гравитационное оказывается самым важным фактором, действующим в гигантских масштабах Вселенной. С другой стороны, нейтрино есть простейший представитель частиц, участвующих в слабом взаимодействии, которое является следующей ступенью за гравитацией. Эти удивительные частицы относятся к классу фермионов, в поведении

которых всегда (именно всегда!) проявляются типичные квантовые свойства. Нейтрино, как и все фермионы, по их поведению никогда не могут быть уподоблены некоторым «маленьким шарикам», и скорее всего их особый, так сказать, квантовый характер дал повод предположить особую роль нейтрино во Вселенной.

Открытия последнего времени, о которых пойдет речь, заставляют с еще большим вниманием отнестись к нейтрино и по-новому оценить сочетание этих трех великих сущностей — гравитации, нейтрино и Вселенной.



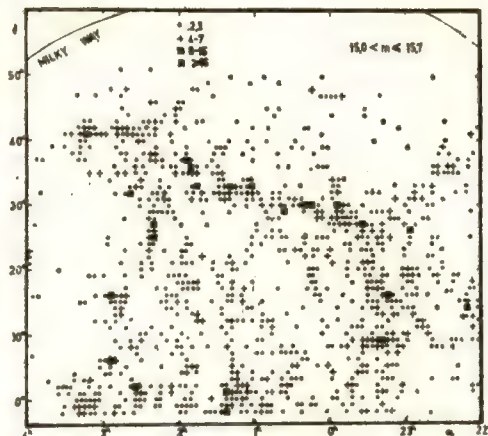
Если гравитация — главная сила, управляющая движением материи во Вселенной, то нейтрино, согласно последним данным, по-видимому, главная частица Вселенной. И именно о нем, о нейтрино, нужно думать прежде всего, когда мы пытаемся понять, что есть Вселенная.

## ЧТО МЫ ЗНАЕМ О ВСЕЛЕННОЙ

Как устроена Вселенная? Этот вопрос на протяжении веков был одним из самых интригующих и в то же время одним из самых сложных для естествознания. И главным образом наука XX века сделала серьезные успехи в поисках ответа на него: достижения наблюдательной астрономии и теоретической физики последних десятилетий позволили установить основные свойства окружающего нас макромира — Вселенной.

Основополагающим здесь было открытие нестационарности Вселенной, ее расширения, то есть установление факта глобальной эволюции всей Вселенной.

Мы теперь знаем, что Вселенная расширяется — далекие галактики и скопления галактик удаляются друг от друга, и скорость удаления тем больше, чем больше расстояние между ними. Факт расширения Вселенной означает, что в прошлом она была совсем непохожа на Вселенную, которую мы наблюдаем сегодня. Зная современную скорость расширения Вселенной (она составляет около 30 км/с для галактик, находящихся друг от друга на расстоянии в миллион световых лет; расстояние такого порядка можно считать типичным), нетрудно подсчитать, что около десяти миллиардов лет назад галактики должны были находиться рядом друг с другом. А еще раньше не было отдельных галактик,



Распределение галактик на небе, по данным Я. Э. Зинасто с сотрудниками, для направления на скопление Персей; нанесены галактики от 15 до 15,7 звездной величины; четко выявлена ячеистая структура. На стр. 22 картина распределения галактик на большом участке звездного неба, по данным американского астрофизика П. Пиблса. Здесь, как и в картинах распределения, полученных другими авторами, явно просматривается ячеистая структура.

К настоящему времени излучение остыло вследствие расширения Вселенной. Сейчас кванты реликтового электромагнитного излучения настолько слабы (энергия большинства квантов всего около  $5 \cdot 10^{-4}$  эВ, электрон-вольт), что для их обнаружения требуется чрезвычайно высокая чувствительность радиотелескопов сантиметрового и миллиметрового диапазонов. Тем не менее количество реликтовых квантов во много раз превышает число квантов света, родившихся в звездах и других источниках сегодняшней Вселенной. И в итоге суммарная энергия реликтовых квантов оказывается значительно больше, чем суммарная энергия, так сказать, современного излучения.

В последние годы с помощью новых телескопов и приемников света были проведены детальные исследования распределения галактик и их скоплений в пространстве. Эти исследования проводились для того, чтобы решить еще одну чрезвычайно важную, можно даже сказать, принципиально важную проблему науки о Вселенной. Существо этой проблемы состоит в следующем. Известно, что небесные тела объединяются в системы все более высокого порядка. Так планеты и Солнце составляют Солнечную систему, звезды объединяются в скопления, далее идут гигантские звездные системы — галактики, которые, в свою очередь, объединены в скопления и сверхскопления галактик. Размеры крупных сверхскоплений галактик измеряются десятками миллионов световых лет. Продолжается ли эта структурная иерархия дальше?

# ВСЕЛЕННАЯ

не было отдельных небесных тел — все вещество представляло собой плотный расширяющийся газ.

А вот другой надежно установленный факт — в начале расширения газ этот был чрезвычайно горячим, то есть в начале расширения существовала так называемая «горячая Вселенная». Это стало ясно после открытия в шестидесятых годах реликтового электромагнитного излучения — слабых радиоволн, пронизывающих всю Вселенную и имеющих сегодня температуру всего около трех градусов Кельвина ( $3^\circ\text{K} \approx -270^\circ\text{C}$ ). Реликтовое излучение осталось от периода начала расширения, когда горячий расширяющийся газ был непрозрачен для излучения, из-за этого вещество и излучение расширялись вместе, имея одинаково высокую температуру.

● НАУКА. ВЕСТИ  
С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ

Надежно установлено, что в масштабах миллиардов световых лет нет заметных неоднородностей в распределении плотности, то есть нет структурных единиц. Грубо говоря, это означает, что если в самых разных участках Вселенной мысленно выделить «кубик» со стороной порядка миллиарда световых лет, то средняя плотность вещества в таком «кубике» всегда будет одна и та же. Хотя внутри «кубика» всегда будут небольшие в сравнении с его размерами неоднородности. Этот факт установлен по наблюдению реликтового излучения: если бы существовали неоднородности с размерами порядка миллиарда световых лет или более, то с разных направлений на небе реликтовое электромагнитное излучение приходило бы к нам с разной интенсивностью. А такого различия интенсивности не наблюдается, и, следовательно, иерархическая лестница структуры Вселенной не простирается в бесконечность. То есть в очень больших масштабах, начиная с участков размером примерно в сотни миллионов световых лет, Вселенная однородна.

Наблюдения выявили характерные особенности крупнейших структурных единиц Вселенной — сверхскоплений галактик. Оказалось, что в таких образованиях галактики и их скопления сосредоточены в тонких слоях, образующих стенки ячеек, внутренность которых практически пуста. Можно сказать, что распределение галактик во Вселенной напоминает пчелиные соты. Эти особенности были выявлены исследованиями эстонских астрономов во главе с профессором Я. Э. Эйнасто, американских астрофизиков П. Пиблса, О. Грегори, О. Томсона и других.

Итак, некоторые важные факты строения и эволюции Вселенной установлены надежно: это расширение Вселенной, ее первоначальное горячее состояние и нынешняя ячеистая структура.

## ЧТО МЫ ЗНАЕМ ПЛОХО ИЛИ ЧЕГО СОВСЕМ НЕ ЗНАЕМ

Отвечая на этот вопрос, непременно придется назвать механизмы возникновения структуры Вселенной.

Как, когда и почему возникла нынешняя структура Вселенной? Почему крупнейшие структурные единицы Вселенной — крупные скопления галактик и сверхскопления — имеют именно такие, а не другие масштабы и форму? Последние пятнадцать лет астрофизики-теоретики в содружестве с наблюдателями пытались ответить на эти вопросы, но до последнего времени нельзя было сказать, что главные этапы процесса образования галактик и их скоплений выяснены.

Дело в том, что нечто очень важное оставалось неизвестным. Подозрение о том, что в наших знаниях о Вселенной есть какой-то существенный пробел, зародилось сравнительно давно, еще тогда, когда в астрофизике возникла так называемая проблема скрытой массы («Наука и жизнь» № 2, 1975 г.). Эта проблема была четко

сформулирована в 1974 году в работах Я. Э. Эйнасто с сотрудниками, а также в работах ряда американских авторов, и состоит она в следующем. Движение галактик в их скоплениях происходит таким образом, что приходится предполагать наличие в пространстве между галактиками какой-то невидимой массы. Она своим тяготением влияет на движущиеся объекты, но больше никак себя не проявляет. Такая же невидимая масса окружает, вероятно, и большие галактики, о чем можно судить по движению карликовых галактик и других объектов вокруг них. Эта невидимая масса и получила название труднонаблюдаемой, или скрытой, массы, и о природе ее ничего не было известно. Наблюдения показывали, что скрытой массы в областях скопления галактик должно быть раз в 20 больше, чем видимой массы, сосредоточенной в самих галактиках: если масса всех галактик в типичном их скоплении составляет около  $3 \cdot 10^{13}$  масс Солнца, то масса невидимой материи оказывается около  $10^{15}$  масс Солнца. Некоторые специалисты считали, правда, что наблюдения, в которых проявляется тяготение скрытой массы, недостаточно надежны, и споры вокруг этого вопроса то утихали, то разгорались вновь вплоть до самого последнего времени.

## ГЛАВНЫЙ ГЕРОЙ

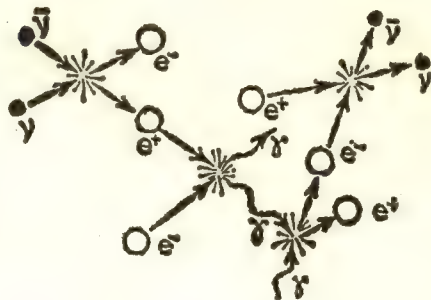
До сих пор мы ничего не говорили о главном герое нашего повествования, о нейтрине. Об этой частице часто и много писалось в популярных статьях, и мы напомним несколько важных для нас фактов. Нейтрино (и соответствующие антинейтрино) известны трех сортов — электронные, мюонные и тау-нейтрино. Все они чрезвычайно слабо взаимодействуют с другими частицами, участвуя только в так называемых сла-

Крупнейший в мире оптический телескоп БТА с шестиметровым зеркалом (Специальная астрофизическая обсерватория АН СССР, Северный Кавказ), на котором проводятся исследования распределения галактик в пространстве.





Превращения частиц (электронов  $e$ , нейтрино  $\nu$  и квантов  $\gamma$ ) при высоких температурах, характерные для начальных стадий расширения Вселенной.



бых взаимодействиях и подвергаясь действию гравитации, которая — здесь уместно об этом напомнить — действует в микромире во много раз слабее слабого взаимодействия. До последнего времени считалось общепринятым, что нейтрино не имеет массы покоя и, подобно фотону, всегда движется со скоростью света.

Давно и внимательно изучались процессы, в которых участвуют нейтрино и которые могут играть важную роль в астрофизике.

Было, в частности, установлено, что нейтрино в просторах Вселенной очень много, почти столь же много, как и реликтовых электромагнитных квантов, реликтовых фотонов. Дело в том, что нейтрино, как и фотоны, должны остаться во Вселенной с того начального периода расширения, когда горячее плотное вещество имело очень высокую температуру и было непрозрачным не только для света, но и для нейтрино. Тогда происходили быстрые реакции превращения друг в друга нейтрино, электронов, электромагнитных квантов и других элементарных частиц. Эти процессы могут быть надежно рассчитаны методами современной физики, и результаты расчетов показывают, что после первых десятков секунд с начала расширения Вселенной фотонов в единице объема было примерно втрое больше, чем нейтрино (вместе с антинейтрино) каждого сорта.

Это отношение для реликтовых фотонов и нейтрино остается практически неизменным и во время последующей эволюции Вселенной вплоть до наших дней. Мы не можем сегодня каким-либо прямым спосо-

бом регистрировать реликтовые нейтрино, так как уж очень мала их энергия: при нулевой массе покоя нейтрино его энергия составляет около  $5 \cdot 10^{-4}$  эВ. Однако астрофизики определяют плотность реликтовых нейтрино, исследуя реликтовое электромагнитное излучение. Как уже отмечалось, его температура около  $3^\circ \text{K}$ , а из этого достаточно просто можно подсчитать, что в каждом кубическом сантиметре содержится около 500 реликтовых фотонов. Реликтовых нейтрино (каждого сорта) должно быть втрое меньше, то есть около 150 частиц в кубическом сантиметре. Каждый реликтовый фотон имеет массу  $10^{-36}$  г, и, таким образом, плотность массы реликтового электромагнитного излучения составляет около  $5 \cdot 10^{-34}$  г/см<sup>3</sup>. Это примерно в 600 раз меньше, чем средняя плотность вещества во Вселенной. Того самого вещества, из которого состоят небесные тела и межзвездный газ и средняя плотность которого, как установлено, составляет около  $3 \cdot 10^{-31}$  г/см<sup>3</sup>.

Из сказанного можно сделать вывод, что плотность массы реликтового электромагнитного излучения пренебрежимо мала. То же самое можно было бы сказать и о нейтрино: средняя плотность его массы (это, разумеется, не масса покоя, а масса, определяемая энергией частицы) еще меньше, чем плотность электромагнитного излучения, — она составляет около  $2,5 \cdot 10^{-34}$  г/см<sup>3</sup> для каждого из трех сортов нейтрино. Таким образом, ролью реликтовых нейтрино

Кольцеобразный рефлектор одного из самых крупных в мире радиотелескопов, РАТАН-600 (Специальная астрофизическая обсерватория АН СССР, Северный Кавказ), на котором ведется исследование реликтового электромагнитного излучения.





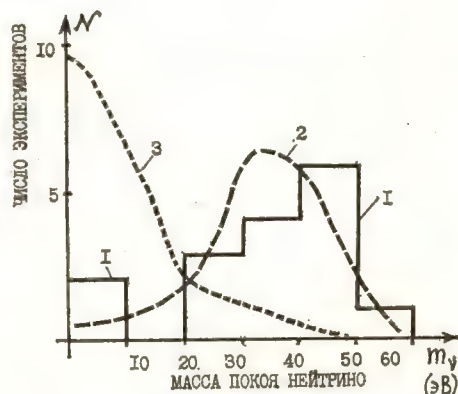
в сегодняшней Вселенной можно и вовсе пренебречь — они не только имеют ничтожную суммарную массу, но еще и практически не взаимодействуют с остальным веществом Вселенной.

По крайней мере такое мнение о роли нейтрино в нынешней Вселенной существовало у большинства специалистов до весны 1980 года.

## МАССА ПОКОЯ НЕЙТРИНО, ВЕРОЯТНО, НЕ РАВНА НУЛЮ

Весной 1980 года группа исследователей из Института экспериментальной и теоретической физики АН СССР, возглавляемая В. А. Любимовым, опубликовала результаты многолетних экспериментов, которые указывают на отличие массы покоя электронных нейтрино от нуля (см. «Наука и жизнь» № 8, 1980 г.). Вероятное значение массы покоя электронных нейтрино, найденное в этих экспериментах, составляет примерно  $6 \cdot 10^{-32}$  г или, в других единицах, 35 эВ. Это, в частности, значит, что электронные нейтрино не обязаны, как считалось раньше, двигаться со скоростью света, они могут двигаться с любой скоростью меньше световой, а также находиться в состоянии покоя.

Хочется подчеркнуть огромную сложность экспериментов по определению массы покоя нейтрино и тот факт, что сами экспериментаторы не считают массу нейтрино окончательно установленной. Эта величина еще будет проверяться и перепроверяться. Однако если полученный результат подтвердится, то следствия из него будут чрезвычайно серьезными, особенно для астрономии. Скорее всего поэтому теоретики не стали дожидаться окончательных результатов в проверке величины массы нейтрино и активно стали исследовать то, что нужно будет изменить в наших представлениях о Вселенной с учетом существования у нейтрино массы покоя. Кстати, появляются сообщения о других экспериментах, говорящих об отличии массы покоя нейтрино от нуля, причем не только для электронных, но и для других сортов нейтрино.



Следует напомнить, что возможные последствия для астрофизики, вытекающие из гипотезы о существовании у нейтрино массы покоя, рассматривались задолго до итэфовских экспериментов. Пионерской работой здесь было исследование советских физиков С. С. Герштейна и Я. Б. Зельдовича, проведенное еще в 1966 году. Важные работы были выполнены в Венгрии Г. Марксом и О. Шалаи, а также физиками в других странах.

Однако все это была, так сказать, теоретическая разведка. Только после прямого эксперимента, проведенного в ИТЭФе, разные группы теоретиков в Москве, Ленинграде и других научных центрах начали лобовую теоретическую атаку проблемы.

## НЕЙТРИННАЯ ВСЕЛЕННАЯ

Согласно данным, полученным в ИТЭФе, нейтрино в 20 000 раз легче электрона и в 40 миллионов раз легче протона. Почему же теоретики считают, что эта легчайшая, ни с чем не взаимодействующая частица должна играть определяющую роль во Вселенной? Ответ прост: во Вселенной очень много реликтовых нейтрино. В кубическом сантиметре их в среднем более, чем в миллиард раз больше, чем протонов, и, несмотря на ничтожную массу, в сумме нейтрино оказываются главной составной частью массы материи во Вселенной. Нетрудно подсчитать, что если масса покоя электронных нейтрино равна  $5 \cdot 10^{-32}$  г, то только их средняя плотность (не учитывая нейтрино других сортов) составляет примерно  $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>, а это примерно в 30 раз превышает плотность всего другого, «не нейтринного» вещества. И, значит, именно тяготение нейтрино должно быть главной действующей силой, определяющей кинематику расширения Вселенной сегодня. Обычное вещество по массе, и значит, и по гравитационному действию составляет только 3 процента «примеси» к основной массе Вселенной — к массе нейтрино. Можно поэтому смело сказать, что Вселенная состоит в основном из нейтрино, что мы живем в нейтринной Вселенной.

Этот вывод имеет еще одно интересное следствие.

Важнейшим вопросом, касающимся эволюции Вселенной, является вопрос о том, будет ли вечно продолжаться ее расширение.

Результаты шестнадцати независимых экспериментов по определению массы покоя электронного нейтрино, проведенных в ИТЭФе В. А. Любимовым, Е. Г. Новиковым, В. З. Козиком, Е. Ф. Третьяковым, В. С. Нозиком. График 1 показывает, какие значения массы покоя и в каком количестве экспериментов были получены; график 2 — теоретическая кривая, которая показывает, как были бы распределены результаты эксперимента, если бы масса покоя нейтрино была равна нулю; график 3 — теоретическая кривая, показывающая наиболее вероятное распределение результатов эксперимента для случая, когда масса покоя нейтрино равна 35 эВ; именно с этой кривой лучше всего согласуются данные реально проведенных экспериментов.



Результаты численного моделирования на ЭВМ процесса образования структуры под действием гравитации в расширяющейся среде из частиц, движущихся без столкновений (такими частицами являются нейтрино). И здесь структура имеет явно выраженный ячеистый характер. Верхняя структура относится к более раннему этапу расширения среды.

ние. Ответ зависит от того, чему равна средняя плотность материи во Вселенной: если плотность материи больше некоторого критического значения  $\rho_{\text{крит}}$ , то тяготение этой материи через какое-то время затормозит расширение Вселенной и заставит галактики сближаться друг с другом — Вселенная сменит расширение на сжатие. Если же плотность меньше критического значения  $\rho_{\text{крит}}$ , то тяготения материи недостаточно для того, чтобы остановить расширение, и Вселенная будет расширяться вечно.

Критическая плотность, по современным данным, равна  $\rho_{\text{крит}} \approx 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>. Еще недавно считалось, что основную долю плотности во Вселенной составляет обычное вещество, для которого  $\rho_{\text{вещ}} \approx 3 \cdot 10^{-31}$  г/см<sup>3</sup>. Это означало, что  $\rho_{\text{вещ}} < \rho_{\text{крит}}$  и Вселенная должна расширяться вечно. Теперь же есть веские основания считать, что плотность только реликтовых электронных нейтрино примерно равна критической  $\rho_{\nu} \approx 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>  $\approx \rho_{\text{крит}}$ . Следует вспомнить, что, помимо реликтовых электронных нейтрино, есть еще мюонные и тау-нейтрино. Об их массе покоя ничего не известно из прямых экспериментов, однако из теории и косвенных экспериментов следует, что если отлична от нуля масса покоя электронных нейтрино, то, вероятно, отлична от нуля и масса покоя других сортов нейтрино. Причем, вероятно, массы покоя других сортов нейтрино не меньше массы покоя электронных нейтрино. Если мы учтем это, то средняя плотность материи во Вселенной окажется больше критической. А это значит, что в далеком будущем, скорее всего через многие миллиарды лет, расширение Вселенной сменится сжатием, и причиной этого «сильнейшего» вывода оказалась «слабейшая» из частиц — нейтрино.

В этом месте, правда, хотелось бы еще раз оговориться, что данные о массе покоя нейтрино, отличной от нуля, являются пока предварительными. Предварительными нужно считать и астрофизические следствия из этих данных.

### НЕЙТРИНО И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГАЛАКТИК

Вернемся к вопросу о происхождении структуры Вселенной. В начале ее расширения вещество представляло собой почти однородную расширяющуюся горячую плазму. Почему же эта однородная плазма на некотором этапе распадалась на комки, которые развились в небесные тела и их системы? Как появились зачатки скоплений галактик?

Согласно мнению большинства специалистов, подобный процесс происходит из-за



гравитационной неустойчивости: маленькие случайные начальные сгустки вещества своим тяготением стягивают вещество и за счет этого усиливаются — сгущаются и разрастаются. Эти сгустки вещества при определенных условиях могут вырасти в большие комки, дающие начало скоплениям галактик. Основы теории, описывающей этот процесс, были сформулированы еще в 1946 году советским физиком Е. М. Лифшицем.

Теперь мы можем считать, что во Вселенной тяготение нейтрино оказывается важнейшим фактором, и именно это тяготение надо прежде всего учитывать при анализе роста неоднородностей вещества под действием гравитационной неустойчивости.

Общая картина роста неоднородностей представляется следующей. В самые первые мгновения после начала расширения Вселенной были случайные, очень маленькие неоднородности в распределении плотности материи в пространстве. Спустя всего 1 секунду после начала расширения плотность вещества уже недостаточно велика,

чтобы препятствовать свободному полету сквозь него нейтрино всех сортов. Нейтрино в этот период имеют еще очень большую энергию и летят со скоростью, очень близкой к скорости света. При этом, естественно, идет выравнивание неоднородностей, создается более равномерное распределение нейтрино. Однако происходит это только в малых пространственных масштабах — в районе сравнительно малых нейтринных сгущений.

Действительно, из сравнительно мелких сгущений нейтрино успевают вылететь и перемешаться с другими нейтрино достаточно быстро, усредняя, сглаживая все неоднородности. И чем больше проходит времени, тем большие по размеру неоднородности нейтрино успевают рассосаться. Так будет продолжаться до тех пор, пока нейтрино, теряющие энергию вследствие расширения Вселенной, не станут двигаться со скоростью заметно меньшей, чем скорость света. Расчеты показывают, что примерно через 300 лет после начала расширения скорость нейтрино упадет настолько, что они уже не будут успевать вылетать из комков большего размера. И такие комки, имеющие сначала сравнительно малую плотность, могут усилиться тяготением, сгущаться и расти, пока среда не распадется на отдельные сжимающиеся облака из нейтрино.

Можно подсчитать, какой будет масса таких нейтринных облаков. Поскольку главным образом первые 300 лет происходило выравнивание плотности и нейтрино двигались с околосветовой скоростью, мы приходим к выводу, что выравнивание успело произойти в участках с размерами, не превышающими 300 световых лет. В больших масштабах, в нейтринных сгустках большего размера, повышенная плотность нейтрино сохранялась, затем усиливалась, и эти сгущения дали начало нейтринным облакам. Следовательно, масса этих облаков определится количеством нейтрино, находившихся в сфере радиусом 300 световых лет через 300 лет после начала расширения Вселенной.

Расчет показывает, что типичная масса нейтринного облака выражается только через фундаментальные константы природы:  $\hbar$  — постоянную Планка,  $c$  — скорость света,  $G$  — постоянную тяготения и  $m_\nu$  — массу покоя нейтрино. Первые три константы известны, и если принять, что масса покоя нейтрино действительно равна  $35 \text{ эВ} = 6 \cdot 10^{-32} \text{ г}$ , то окажется, что масса типичного нейтринного облака составляет примерно  $10^{15}$  солнечных масс.

Так обстоит дело с массой нейтринных облаков. А какова будет их форма? Еще 10 лет назад Я. Б. Зельдович показал, что в такого рода процессах возникающие облака должны быть очень сильно сплюснуты, что по форме они должны быть похожи на блины. Соединение множества таких «блинов», хаотично расположенных в пространстве, даст в совокупности картину гигантских невидимых нейтринных сот. Численные расчеты, имитирующие этот процесс на ЭВМ, подтверждают полученный вывод, а форма нейтринных образова-

ний, полученная в расчетах, иллюстрируется рисунками, приведенными на предыдущей странице.

Итак, к нашему времени в пространстве должна возникнуть ячеистая структура невидимых нейтринных облаков. А что же обычное вещество? В какие пространственные структуры соберется оно?

В начале расширения обычное вещество (это все вещество Вселенной, кроме нейтрино) тоже было распределено в пространстве почти равномерно. Масса этого обычного вещества, как мы знаем (или, точнее, как мы сейчас имеем основание считать), во много раз меньше суммарной массы нейтрино, и в начальной стадии расширения Вселенной это вещество находилось в виде горячей плазмы.

На сравнительно поздней стадии расширения обычное вещество настолько охлаждается, что из состояния плазмы превращается в нейтральный газ, давление которого резко падает, — это происходит спустя миллион лет после начала расширения. Затем холодный нейтральный газ начинает сгущаться в поле тяготения возникающих нейтринных облаков, стягиваясь к их центральной части. И именно из этого сгущающегося нейтрального газа постепенно возникают скопления галактик, галактики и звезды. Так как обычного вещества по массе в 30 раз меньше, чем нейтрино, то в невидимом нейтринном «блине» с массой в  $10^{15}$  солнечных масс образуется большое скопление галактик, масса которого в 30 раз меньше, то есть составляет  $3 \cdot 10^{13}$  солнечных масс.

Полученные наблюдательной астрономией данные о массах и форме больших скоплений галактик хорошо согласуются с данными, полученными из подобных теоретических построений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, огромное море нейтрино, собранных в облака, в которых они движутся со скоростью порядка 1000 км/с, по-видимому, представляет собой то самое «нечто», которое раньше не учитывалось при исследовании Вселенной и без которого невозможно было объяснить многие важные ее черты.

Как говорят астрофизики-теоретики, теперь, после того как появилось основание ввести массу покоя нейтрино, многое непонятное ранее встало на свои места. Хорошо по этому поводу сказал советский астрофизик А. Г. Дорошкевич, перефразируя известный афоризм: «Если бы масса нейтрино оказалась равной нулю, то пришлось бы выдумать какую-либо другую частицу с массой покоя, отличной от нуля, и слабо взаимодействующую с остальными частицами».

Хочется верить, что придумывать новую частицу нам уже не придется, так как полученные советскими физиками данные о массе покоя нейтрино, пусть даже с некоторыми уточнениями, уже в недалеком будущем получат надежное подтверждение.



## КАБЕЛЬНЫЙ КОНТЕЙНЕР

Завод «Москабель». В одном из его цехов выстроились в линию агрегаты, напоминающие по виду обтекатели космических ракет. С их помощью создаются силовые кабели — своеобразные энергетические артерии индустриального мира.

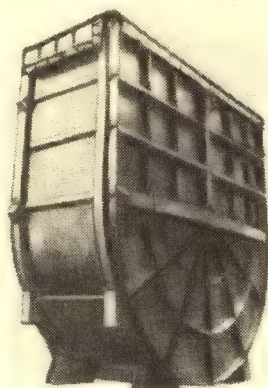
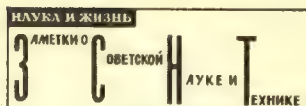
В процессе производства токонесущие жилы кабелей тщательно пеленают лентами специальных изоляционных бумаг, нанося свыше двухсот слоев. Кабель ни в коем случае не должен контактировать с воздушной средой, влагой. Для этого его прокладывают в стальных трубах, которые под давлением заполняют маслом. Маслонаполненные кабели высокого давления, рассчитанные на напряжение в сотни тысяч вольт, предназначены для особо ответственной службы: на крупнейших электростанциях страны, для подачи электрической энергии промышленным центрам, предприятиям и населенным пунктам.

Еще недавно такой высоковольтный готовый кабель дополнительно одевали в защитную свинцовую оболочку. Она была нужна лишь при перевозке, при хранении продукции. При-

ступали к прокладке и оболочку сдирали. На каждый километр кабеля приходилось до 13 тонн свинца. Значительная его часть при монтаже неизбежно терялась. Велики были при этом и трудовые затраты.

Специалисты завода «Москабель», института «Гидропроект» и кабельной промышленности (ВНИИКП) предложили оригинальную технологию производства, исключив дорогостоящий, трудоемкий процесс наложения свинца. Отныне для защиты кабеля используют специальный контейнер. Изготовленный кабель теперь сразу наматывают на барабан контейнера. В нем же производится сушка кабеля, пропитка его заливаемым маслом и испытания. В герметичном контейнере, где поддерживается избыточное давление масла, кабель транспортируют на дальние расстояния; в нем его можно сколь угодно долго хранить. В нужный момент жилы кабеля прямо из контейнера, без сопротивления с окружающей атмосферой, подают в стальной трубопровод.

В итоге удалось отказаться от временных оболочек, от затрат на их наложение и снятие. Сэкономлен дефи-



цитный свинец. Обеспечена более надежная сохранность механических и электрических характеристик кабеля. Скорость его протяжки в стальной трубопровод возросла в 5—10 раз.

Разработчики специального кабельного контейнера награждены Золотой медалью ВДНХ СССР, отмечены первой премией Международной выставки в Брно. Новая технология запатентована в Англии, Италии, США, ФРГ, Японии.

## НА ЯЗЫКЕ БУГИ

Язык буги относится к южносулавесийской группе австронезийских языков. На нем говорит более 3 миллионов человек, живущих на юге острова Сулавеси (Целебес) и в других районах восточной Индонезии.

Даны слова языка буги в латинской транскрипции и в традиционной бугийской графике (см. таблицу).

**ЗАДАНИЕ.** Запишите в бугийской графике: эллип, ронриwamo, ssuppэпi, mma-laekko, appetautau.

Примечание: η — особый  
носовой согласный звук,  
ə — особый гласный звук.  
языка буги.

● **ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**  
Задачи по структурной лингвистике

[illegible]

# АНОДИРОВАННЫЕ МЕТАЛЛЫ

Подстаканник, словно золоченый на вид, но очень легкий на вес, пуговицы на мундирах военных, разноцветные циферблаты наручных часов и шкалы переносных радиоприемников — все это анодированный алюминий. В приведенных примерах он обращает на себя внимание своим привлекательным видом. У покрывающей его красной пленки есть и немало практических достоинств. Прежде всего она отлично защищает металл от коррозии, а кроме того, может служить электроизолятором и полупроводником, катализатором и даже фильтром для вирусов.

Образуется эта пленка при окислении поверхностного слоя металла в процессе электролиза. Покрываемое ею изделие помещают для этого на аноде — отсюда название метода. Он применим, правда, не для всех металлов. Но технология получения анодной окисной пленки на алюминии, титане и многих других металлах уже хорошо отработана.

Доктор химических наук А. БОГОЯВЛЕНСКИЙ (Казанский авиационный институт) и кандидат химических наук Е. АВЕРЬЯНОВ (Казанский государственный университет).

## НУЖНО ЛИ КРАСИТЬ МЕТАЛЛ?

Несколько лет назад на острове Рюген (ГДР) проводились сравнительные испытания лакированных и анодированных пластин из магний-алюминиевого сплава. Испытывалась их стойкость к коррозии. Атмосфера на острове влажная, с высоким содержанием соли. В такой среде слой лака на лакированных пластинках отслаивался уже через год-два, между ним и металлом скапливалась влага, а еще через пару лет вся оголившаяся поверхность металла была изъедена коррозией.

На анодированных пластинках ни пятнышек коррозии обнаружено не было.

Другие исследования позволили установить, что из всех известных ныне защитных покрытий только анодная окисная пленка способна исправно нести свою службу более четверти века.

Вывод убедительный. А между тем столь эффективные покрытия внедряются в практику пока еще не очень-то активно.

Судостроители, например, усиленно все красят. Мало встретишь морских повестей и романов, где бы ведро с краской не выступало мерилом заботливого отношения команды к своему кораблю. Но такая забота, как мы только что видели, не так уж надежна. К тому же краска горит. От пожара погибло немало судов. Вот не столь уж давний пример: в 1963 году в открытом море сгорел греческий пассажирский теплоход «Лакония». Пожар унес 125 жизней. Расследование обстоятельств катастрофы привело к печальным выводам. Десятки тонн краски на стенах салонов способствовали распространению огня. Вредные газы, выделяющиеся при горении краски, затрудняли спасательные работы.

Краска почти не защищает металл и от механических воздействий — ведь ее твердость ничтожна. Под нитрокраску нужен еще слой грунта, что сильно удорожает дело. С анодной окисной пленкой все обстоит совершенно иначе. Если заранее анодировать листы алюминия, из которых потом будет склепан или сварен корпус судна, то на тонну металла уходит несколько десят-

ков литров электролита и примерно киловатт электроэнергии, то есть расходы не превышают и рубля. Покрытие имеет привлекательный для моряков серый цвет, оттенки которого можно варьировать от светлого до темного. Прочность сцепления окисной пленки с металлом почти не уступает прочности металла. Прочна она и сама по себе — своеобразная броня для металла.

Скептик может заметить, что сплошность пленки может быть нарушена в местах соединений и стыков при сборке алюминиевых листов. На этот случай разработан метод тампонового анодирования — своего рода «скорая помощь» для исцеления мелких повреждений прямо на месте. Анодирование по такому методу проводят, прикладывая к «больному месту» пористый тампон, пропитанный электролитом.

Можно предвидеть еще один вопрос скептика: как быть с окраской внутренних помещений? Здесь ведь серый цвет нежелателен! Может быть, это монополия лаков и красок? Отнюдь нет. Посмотрите на разноцветные циферблаты наручных часов, разложенных на прилавке часового магазина. Зеленые, розовые, голубые сочные тона радуют глаз. Все это — анодированный алюминий, окрашенный дешевыми анилиновыми красителями. Красиво, не правда ли? И к тому же прочно — а это немало важно для окраски стен. Мойте, вытирайте, царапайте, если хотите, — следов почти не останется. Не сложна и технология получения своеобразных «обоев» методом анодирования.

Все сказанное здесь относительно судостроения вполне приложимо к сооружению автомобилей и трамваев, пассажирских вагонов и самолетов.

Особо следует поговорить о применении анодированного алюминия в строительстве. Бетон, стекло и алюминий — вот три основных компонента современных зданий. Бетонные их коробки способны простоять века. А сколько лет выдержат алюминиевые конструкции и переплеты? Лет тридцать — сорок на открытом воздухе побудут, а дальше — серый порошок гидроокиси. Между тем стоит покрыть алюминиевые детали



тончайшей окисной пленкой, и они станут соперничать по долговечности с самим бетоном! Что же касается их внешнего вида — взгляните на цветную вкладку, где помещен снимок Литовского Государственного театра оперы и балета: его фасад отделан анодированным алюминийем.

Мы задержались на конструктивных достоинствах анодированного алюминия лишь из соображений наглядности. Сфера применения анодированных металлов простирается далеко за рамки строительных специальностей.

Возьмем электротехнику. Алюминиевые провода успешно соперничают здесь с традиционными медными: они более чем в три раза легче медных, почти во столько же раз дешевле. Их изоляция не составляет никакой проблемы: для этого их достаточно покрыть анодной окисной пленкой. Электрическая прочность такой изоляции весьма велика. Из-за очень высокой химической стойкости анодированные провода могут работать в атмосфере водяного пара, при температурах от  $-200^{\circ}\text{C}$  до  $+500^{\circ}\text{C}$ .

В электротехнике же анодные окисные пленки находят применение в выпрямителях. Дело в том, что система из двух электродов, один из которых выполнен из анодированного металла, а другой из металла, не поддающегося анодированию, обладает выпрямительными свойствами.

Известны окисные конденсаторы, где диэлектриком служат тонкие пленки окислов алюминия, титана, кремния и других металлов и полупроводников. Такие диэлектрики намного превосходят своих органических собратьев по стабильности, величине диэлектрической проницаемости и пробивного напряжения.

Применения анодированных металлов столь разнообразны, что порою могут озадачить даже искушенного в технике человека. Из того же анодированного алюминия, например, делают... кокили для литья. Странно, не правда ли? Ведь алюминий плавится при температуре  $660^{\circ}\text{C}$ , и сосуд из него, казалось бы, мгновенно размягчится, если туда налить, скажем, расплавленную медь (температура плавления  $1083^{\circ}\text{C}$ ). Но, оказывается, анодная окисная пленка очень плохо проводит тепло. Это и позволяет применять для разливки особо чистых металлов алюминиевые кокили. Естественно, что окисная теплозащита может быть применена и во многих других областях техники — например, в авиации и космонавтике.

Оптикам часто приходится прикреплять к алюминиевым корпусам своих приборов стальные направляющие. Дело в том, что алюминий — мягкий металл, он не может обеспечить высокую точность и стабильность положения взаимно перемещающихся деталей. Но, оказывается, существуют такие методы создания анодной окисной пленки на алюминии, когда она получается тверже стали, имеет значительную толщину, отлично шлифуется и полируется. Необходимость в стальных направляющих при этом отпадает.

Толстая окисная пленка может содер-

жать большое количество отверстий того или иного диаметра (единицы и десятки микрометров — в зависимости от способа анодирования). Получив такую пленку и растворив металл, на котором она образовалась, медик становится обладателем неплохого фильтра для вирусов. Физик, пропуская сквозь отверстия этого «сита» тяжелые ионы, может измерять длину их пробега и даже разделять изотопы. Химика пористая структура анодного окисного слоя привлекает тем, что благодаря ей увеличивается общая площадь поверхности металла — это оказывается полезным, когда металл используют для адсорбции вредных жидкостей и газов.

Высокая температурная стойкость и твердость, обилие мелких пор — все эти качества ценны для материала, идущего на изготовление поршней для двигателей внутреннего сгорания: в микропорах отлично удерживается смазка. Вот, стало быть, еще одна область возможного применения анодированных металлов.

Можно назвать еще не одну отрасль техники, которая находит в анодной окисной пленке целый букет весьма ценных для себя качеств.

В электронной микроскопии часто рассматривают не сам объект, а его отпечаток на желатине — реплику. Реплика укрепляется для этого на своеобразной сеточке. Роль сеточки отлично выполняет отделенная от металла пористая окисная пленка. А микропоры в ней пригодны в качестве экранов фокусирующего устройства электронного микроскопа.

В анодную окисную пленку входит значительное количество анионов электролита, в котором она формировалась. Эти анионы очень прочно связаны со своими соседями по кристаллической решетке, их не удается удалить даже кипячением. Если в состав анионов ввести радиоактивный изотоп, то получится слой, удобный, скажем, для борьбы с биокоррозией. Кристаллическая решетка оксида хорошо рассеивает гамма-излучение — это сулит еще одно ее применение в радиологии.

Весьма различные по свойствам анодные окисные пленки, представшие перед нами в этой главе, разумеется, и создаются весьма различными методами. Рассмотрим эти методы подробнее.

## КАК АНОДИРУЮТ МЕТАЛЛЫ?

Плазменное анодирование зарождалось еще в начале нашего столетия. В те годы были проведены сравнительные опыты: брали две металлические пластины и одну помещали в среду кислорода, а другую — в среду ионизированного кислорода. Оказалось, что во втором случае окисление протекало значительно быстрее.

Это естественно: молекула или атом кислорода, имеющие один или два лишние электрона, заряжены отрицательно. Такие частицы постараются поскорее присоединиться к положительным частицам, чтобы нейтрализовать свой заряд. И они «липнут»



к металлу, к его ионам образуя тонкий слой окисла.

В том, как увеличить толщину этого слоя, позволили разобраться работы советских ученых П. Д. Данкова, Р. И. Назаровой и других, выполненные в 1946—1958 годах. В этих экспериментах образцы, которые нужно было окислить, помещались на аноде разрядной трубки, заполненной кислородом (см. цветную вставку). На электроды подавалось напряжение, и в трубке вспыхивал разряд, побуждавший кислород к ионизации, к превращению из газа в плазму. Молекулы кислорода распадалась на положительно заряженные ионы и электроны, легкие электроны подхватывались нераспавшимися молекулами, так что те превращались в отрицательно заряженные ионы. Под действием поля эти отрицательные ионы перемещались к аноду, вытягивались в помещенную там пластину — и в то же время поле вытягивало из металла его положительно заряженные ионы. Объединяясь, ионы обоих сортов образовывали молекулы окисла — и его слой нарастал.

Но ведь оксид любого металла — диэлектрик, и по мере роста пленки ток в цепи падает. Чтобы поддержать параметры плазмы на одном уровне, приходится увеличивать напряжение. А это часто приводит к пробое образовавшейся окисной пленки.

Выход из положения нашли в 1963 году американские ученые Дж. Майлс и П. Смит. Они предложили разделить цепи формирования пленки и зажигания разряда. А для того, чтобы обеспечить направленное движение отрицательных ионов кислорода к образцу, между ним и анодом разрядной трубки создают напряжение в несколько десятков вольт. Метод прост и эффективно применяется по сей день. Правда, и ему свойственны недостатки. Один из них — неравномерная толщина получаемой с его помощью окисной пленки.

Все это заставило исследователей разрабатывать новые разновидности метода плазменного анодирования.

Согласно одной из них, газ ионизируют, помещая рабочую камеру в контур высокочастотного генератора. (Значительный вклад в исследование этого процесса внесли Л. Л. Одынец и В. С. Михалкин.) Электрическая цепь зажигания разряда в этом случае, естественно, не нужна. Пленка получается равномерной по толщине. Эта технология широко используется в микроэлектронике для изготовления конденсаторов и полупроводниковых переходов.

Интересная, но малоприменяемая на практике разновидность метода — анодирование в дуге постоянного тока. Таким способом за короткий промежуток времени получают пленки значительной толщины и твердости. Но высокая температура вызывает необратимые изменения в структуре металла и изменяет размеры образцов, расплывчатый дуговой материал катода внедряется в оксид и резко ухудшает его электрические характеристики.

Устранить эти недостатки при сохранении очень высокой скорости окисления удалось в плазменно-электролитическом методе.

**Плазменно-электролитическое анодирование** разработано в Казанском университете одним из авторов этой статьи. Схема установки, приведенная на цветной вставке, наглядно демонстрирует «изюминку» метода: один из электродов помещают в электролит, а другой — над ним вне электролита. В процессе анодирования пространство между электродами заполнено парогазовой атмосферой. Сама по себе она резко снижает температуру анода, а высокое содержание в ней отрицательных ионов кислорода сильно увеличивает скорость анодирования. При анодировании деталей сложной формы межэлектродный промежуток увеличивают и процесс ведут при пониженном давлении.

Окисные пленки, полученные плазменно-электролитическим анодированием, не имеют равных по толщине, электрической прочности, твердости, скорости возникновения (толщина до полумиллиметра достигается за 5—10 минут). Они пригодны в качестве теплозащитных и антифрикционных, диэлектрических и противокоррозионных покрытий.

**Анодирование в водных растворах кислот и щелочей** — наиболее старый из методов создания анодной окисной пленки: его история насчитывает более ста лет. Тем не менее он до сих пор остается наиболее универсальным и простым способом анодирования.

Открыт он был в 1877 году нашим соотечественником Николаем Петровичем Слугиновым. Историю открытия живо описывает известный физик конца прошлого столетия В. В. Лермантов: «Обстоятельства этого случая вполне характеризуют все добродушие и бескорыстие покойного Николая Петровича. Однажды он говорит мне: вот на алюминий надела какая-то дрянь; ничем очистить не могу, ни кислота, ни щелочь не берет, даже наждаковой шкуркой содрать нельзя. Рассмотрев в чем дело, я говорю ему, что не сдирать надо, а миллионы за новое изобретение получать. «А пусть кто хочет получает». Тогда я посоветовал ему, чтобы получить хотя бы одну славу, сходиться к одному изобретателю по части гальванопластики, который тогда усиленно рекламировал себя. Приходит Николай Петрович на другой день и хохочет: «Представь себе, не поверил, я ему все показал и рассказал, а он убеждает сказать, в чем секрет; я говорю, что все рассказал, а он еще все выпрашивает». Так и осталось изобретение Николая Петровича без применения: он описал его в «Журнале Русского физико-химического общества» и в «Journal de Physique», но никто не обратил на это внимания, а алюминиевые вещи по-прежнему тускнут на свежем воздухе и потеряли всякий кредит в публике. Между тем года два тому назад, когда Николай Петрович был здесь в последний раз, он мне говорил, что образцы у него сохранились без всякого изменения».

Прочитав этот отрывок, не следует делать вывод о примитивности работ Н. П. Слугинова. Знакомство с первоисточниками показывает, что это первоклассные статьи и по современным понятиям. А полу-



В научной литературе последних лет все чаще упоминается имя Николая Петровича Слугинова (1854—1897). Причиной тому высокая актуальность проблем, разрабатывавшихся в свое время ученым. Еще в 1877 году он первым отметил, что анодная окисная пленка на алюминии повышает его коррозионную стойкость.

Родился Николай Петрович в Нижнем Новгороде в семье небогатого купца, который, по-видимому, окончательно разорившись, числится с 1871 года уже в мещанах. Доход семьи Слугиновых, состоявшей в то время из 11 человек, был всего 300 рублей в год.

В 1873 году Николай Петрович поступает в Петербургский университет. Естественно, что в деле студента Слугинова мы находим прошения о разрешении заниматься репетиторством, о назначении стипендии, об освобождении от уплаты за обучение. По-видимому, только огромная работоспособность позволила Николаю Петровичу с хорошими оценками в срок окончить Петербургский университет со степенью кандидата наук. Затем с 1877 года он работает преподавателем физики и математики в Введенской прогимназии и в свободное время ставит опыты в физической лаборатории Петербургского университета. Начиная с 1878 года почти в каждом номере «Журнала русского физико-химического общества» появляются статьи и заметки Николая Петровича. В Петербурге он защитил магистерскую и докторскую диссертации.

Попытка устроиться в Петербургский университет была неудачной — не найдя места штатного преподавателя, Николай Петрович до 1884 года работает здесь приват-доцентом, затем непродолжительное время занимает должность профессора в Московском высшем техническом училище. С 1886 года и до конца жизни Николай Петрович — профессор Казанского университета. Он редактирует сборник «Наблюдения земного магнетизма», руководит астрономической экспедицией, направленной в Пермскую губернию для наблюдения солнечного затмения. В казанский период были написаны многие из книг и статей Николая Петровича по исследованию земного магнетизма, токов высокой частоты, плазмы дугового разряда, а также по акустике. За свою короткую жизнь он опубликовал свыше 200 работ (добавим: без соавторов), многие из которых не потеряли своего значения и теперь.

Современник Николая Петровича крупный ученый В. В. Лермантов (потомок поэта М. Ю. Лермонтова) в своих воспоминаниях характеризует Слугинова как скромного, отзывчивого человека, обладающего редкой особенностью наблюдать явления независимо от предвзятых мнений. Другие воспоминания о нем неизменно отмечают его переломные убеждения. Ближайшим помощником Николая Петровича в Казанском университете был приват-доцент Н. П. Казанкин, из-



вестный как идейный руководитель небольшой революционной группы, носившей название «милитаристов». Сущность воззрений этой организации, стоявшей на платформе марксистов, заключалась в том, что для захвата власти они считали необходимым добиваться высших командных должностей в армии, получив для этого соответствующее образование.

Несомненно, что на мировоззрение ученого повлияла учеба в нижегородской гимназии, многие из учителей которой были людьми с очень прогрессивными взглядами. Например, физику и математику Николаю Петровичу преподавал отец В. И. Ленина — Илья Николаевич Ульянов. Возможно, был знаком Николай Петрович и с Владимиром Ильичем, так как в Казани с 1886 по 1887 год он жил на одной улице с сыном своего бывшего учителя и, конечно, неоднократно встречал его в Казанском университете, где Владимир Ильич в то время учился.

Авторы статьи уже длительное время собирают сведения о Н. П. Слугинове и будут благодарны всякому, кто доставит им любую информацию о замечательном ученом.

шутливый тон, в котором за дружеской беседой автор отзывался о своих достижениях и неудачах, говорит скорее в пользу Николая Петровича. И не его вина в том, что его метод анодирования, да и сам он были надолго забыты: он слишком опередил свое время.

Скачок в развитии анодирования наступил лишь перед второй мировой войной. Он был связан с резко увеличившимся тогда применением алюминия, еще более усилившимся позднее, в послевоенный период.

В настоящее время по проблемам анодирования ежемесячно публикуются десятки статей. Только в Казани с 1950 по 1980 год по проблемам чудесной пленки, которую «не берет ни кислота, ни щелочь, ни наждачная шкурка», защищено около 60 кандидатских диссертаций.

Аппаратура для анодирования в водных растворах электролитов предельно проста (см. цветную вставку). Этим методом можно обрабатывать изделия большой площади и сложной конфигурации. По сути дела, размер анодируемой детали ограничивается лишь объемом ванны и мощностью источника постоянного напряжения.

Типовой режим анодирования алюминия примерно таков: электролит — 20-процентный водный раствор серной кислоты, плотность тока в цепи формирования —  $2 \text{ А/дм}^2$ , время анодирования от 20 до 50 минут. (Упоминание о серной кислоте не должно настораживать: во-первых, пары серной кислоты, даже при ее высокой концентрации, состоят из воды, во-вторых, анодирование, как правило, выполняют на автоматических линиях, в-третьих, этот



«страшный» электролит можно заменить другими, совершенно безобидными.)

Как и у других методов анодирования, у этого много своих решенных и нерешенных проблем. Начнем с первых. В настоящее время метод успешно применяется для создания окисных пленок толщиной от тысячных до десятых долей миллиметра. Этим способом, например, можно защитить от потускнения зеркало астрономического телескопа-рефлектора (толщина пленки — несколько сотен ангстрем) и создать антифрикционное покрытие на поверхности скольжения (толщина пленки — до 0,15 миллиметра). Диапазон достижимых толщин, как видим, велик. Метод насчитывает немало вариантов: анодирование в электролитах различного состава, анодирование с применением импульсов тока различной формы и длительности с применением ультразвука, магнитного поля и низких температур. Образующаяся пленка допускает разнообразную последующую обработку: окрашивание, наполнение пор специальными составами, прокаливание. Не меняя сущности метода, эти усовершенствования позволяют получать пленки с самыми разнообразными свойствами.

Теперь о нерешенных проблемах. Толщина пленки определяется величиной формирующего напряжения. Чем оно больше, тем больше напряженность электрического поля в пленке, тем на большую глубину могут взаимно проникать ионы металла и кислорода, тем толще пленка. Но бесконечно увеличивать формирующее напряжение нельзя — произойдет электрический пробой оксида, причем отмечено, что у более толстых пленок электрическая прочность ниже, чем у тонких.

Есть и другие факторы, не позволяющие получать окисную пленку значительной толщины. Нарастая, она одновременно растравливается электролитом, так что в итоге ее толщина определяется конкурирующими процессами образования оксида и его растравливания. Если охлаждать анодируемое изделие, то скорость растравливания уменьшается. Но даже применение таких специальных, иногда довольно трудно осуществимых мер, ограничивает достижимую толщину пленки величиной 0,2 миллиметра.

**Анодирование в расплавах солей** ведется так же, как и анодирование в водных растворах электролитов. Однако техническая реализация этого способа значительно сложнее. Прежде всего электролитом здесь служат расплавы солей с температурой в несколько сот градусов. Ванну приходится делать из жаропрочных материалов, небольшой по размерам, так что крупные детали здесь для анодирования не годятся. В металле анодируемого изделия при нагреве могут произойти необратимые изменения. Все это сильно ограничивает возможности метода.

Но есть у него и ценные качества. Например, только этим способом удастся получить толстые, плотные окисные пленки на таких металлах, как медь и железо. Пленки, полученные по этому методу, очень хороши для применения в антифрикционных покрытиях и в качестве диэлектрика высо-

ковольтных конденсаторов. К сожалению, этому способу уделяется пока недостаточно внимания.

Методов анодирования, как видим, много. Выбор того или иного из них в каждом конкретном случае диктуется обстоятельствами.

Возьмем, к примеру, микроэлектронику. Весь комплекс элементов электронной схемы на подложке (стеклянной или керамической пластине) получают, последовательно напыляя на нее в вакууме через трафареты проводящие, изоляционные, резистивные или полупроводниковые слои. Допустим, нужно изготовить конденсатор. Для этого напыляют сначала нижнюю металлическую обкладку. Следующим должен быть слой диэлектрика. Какой из методов анодирования целесообразнее применить для его создания? Анодирование в водных растворах электролитов? Но тогда все уже напыленные ранее элементы придется защищать от воздействия электролита и прерывать процесс в вакууме. Лучше всего здесь подходит анодирование в плазме. Для этого достаточно несколько повысить давление под колпаком вакуумной установки, зажечь тлеющий разряд и создать электрическую цепь формирования окисной пленки.

Более тонкий учет всех деталей позволяет не только выбрать подходящий метод, но и реализовать его лучшим образом. Выше, например, мы отмечали, что анодная окисная пленка обладает выпрямительными свойствами. Эту особенность целесообразно использовать при анодировании алюминиевой фольги переменным током в водном растворе кислоты или щелочи. В этом случае сама ванна служит как выпрямительным устройством, так и конденсатором, необходимым для работы установки. Расход электроэнергии при этом существенно уменьшается.

Разумеется, наилучших практических результатов можно достичь, лишь зная механизм формирования окисной пленки. Попробуем и нем разобраться.

## КАК ВОЗНИКАЕТ ОКИСНАЯ ПЛЕНКА?

Как мы уже отмечали, наиболее широко применяется анодирование в водных растворах электролитов. Электронномикроскопическими и другими исследованиями установлено, что возникающая при этом анодная окисная пленка состоит из двух слоев (см. цветную вставку): прилегающего к металлу сплошного тонкого слоя, называемого барьерным, и внешнего пористого слоя, который в десятки и сотни раз толще барьерного.

Физико-геометрическая модель, предложенная Ф. Келлером, Н. Д. Томашовым и другими, описывает возникновение и развитие пленки следующим образом. Вначале на металле образуется беспорядочный барьерный окисный слой. Его началом служат линзообразные микроячейки, расширяющиеся и срастающиеся в процессе окисления металла, так что в итоге барьерный слой состоит из плотно упакованных ячеек и напоминает пчелиные соты. Окисная пленка нарастает, и ячейки приобретают удлиненную



форму. Они направлены перпендикулярно к поверхности металла и параллельно друг к другу (см. цветную вкладку). Поры возникают в центре каждой ячейки в виде цилиндрических каналов. Они удлиняются от подравливающего действия электролита. Внешний, пронизанный порами слой оксида при этом утолщается, а беспористый, прилегающий к неокисленному металлу, перемещается все глубже, сохраняя свою толщину.

Физико-геометрическая модель имеет много неясностей. Не учитывается связь между составом и структурой барьерного и пористого слоя, не описаны химические реакции под барьерным слоем, неясен механизм преобразования сплошного барьерного слоя в пористый и т. д.

Более полно структуру окисной пленки разъясняет коллоидно-электрохимическая гипотеза (Дж. Мерфи, К. Майкельсон, А. Ф. Богоявленский). По этой гипотезе, в процессе окисления из объема анодируемого изделия вытягиваются гроздь катионов металла. Вместе с анионами электролита они образуют волокнистые частицы окисла. Пространство между ними заполнено электролитом. Он препятствует слиянию волокон в сплошной слой.

В последние годы коллоидно-электрохимическая гипотеза была углублена новыми представлениями о роли барьерного слоя. Толчком к этому послужило интересное наблюдение: анодирование в щавелевой и многих других кислотах сопровождается свечением анода. Оно заметно даже в слегка затемненной комнате. Были высказаны различные предположения относительно природы свечения: электролюминесценция, хемилюминесценция, микропробой пленки... Но все эти предположения не объясняли многих особенностей явления. Наконец, появилась смелая догадка: свечение вызвано плазмой.

В пользу такого суждения свидетельствовало многое. Свечение возникает при строго определенном напряжении, аналогичном потенциалу зажигания для тлеющего разряда постоянного тока. Вид кривой «яркость — формирующее напряжение» при

анодировании напоминает зависимость «яркость — приложенное напряжение» для тлеющего разряда постоянного тока. Для свечения при анодировании характерен непрерывный спектр: такой спектр дают ионизованные газы при высоком давлении. Предположение о наличии высокого давления в прианодном слое хорошо объясняет образование трещин в оксидной пленке, возникающей при анодировании. Спектр токовых шумов при анодировании напоминает спектр токовых шумов плазмы. Добавки в электролит, делающие оксид непрозрачным, гасят свечение, что может быть только в том случае, если свечение возникает под окисной пленкой.

С учетом этих соображений возникновение и развитие анодной оксидной пленки получило новое объяснение. Под первоначальной естественной оксидной пленкой, которая имеется в каждом металле, в самом начале процесса анодирования, сразу же после включения электрического тока возникает очень тонкий слой плазмы (см. цветную вкладку). Он состоит из катионов металла, вытягиваемых электрическим полем из анодируемого образца, и анионов электролита, тонких электрическим полем к образцу и проникающих под естественную окисную пленку благодаря растрескивающему действию электролита. Высокая температура плазмы из-за весьма малой толщины ее слоя не оказывает заметного разогревающего действия на образец и электролит, зато наличие в ней высокоподвижных частиц разного заряда обеспечивает их энергичное взаимодействие и образование ячеек оксида, постепенно нарастающих с обращенного к металлу торца. Естественная окисная пленка при этом разрушается. Теряя катионы металла, идущие на построение анодной пленки, плазма пополняет их убыль из кристаллической решетки металла, а анионы поступают из электролита. После выключения тока плазма застывает, образуя сплошной барьерный слой.

Такой подход к образованию анодной оксидной пленки, по-видимому, пригоден для разработки на его основе широкой теории, охватывающей процессы электрохимической обработки металлов.

## КРОССВОРД-КРИПТОГРАММА

Замените все цифры буквами, заполните ими клетки и отгадайте приведенные кроссворды-криптограммы при условии, что в первом задании 1 — это буква З, во втором задании 7 соответствует букве Т. Одинаковым цифрам соответствуют одинаковые буквы. Значения цифр и букв в каждом задании могут не совпадать.

**В. РАКОВ**  
(г. Москва).

1	2	3	2	1
2		2		2
4	5	6	5	7
5		5		5
3	8	7	5	3

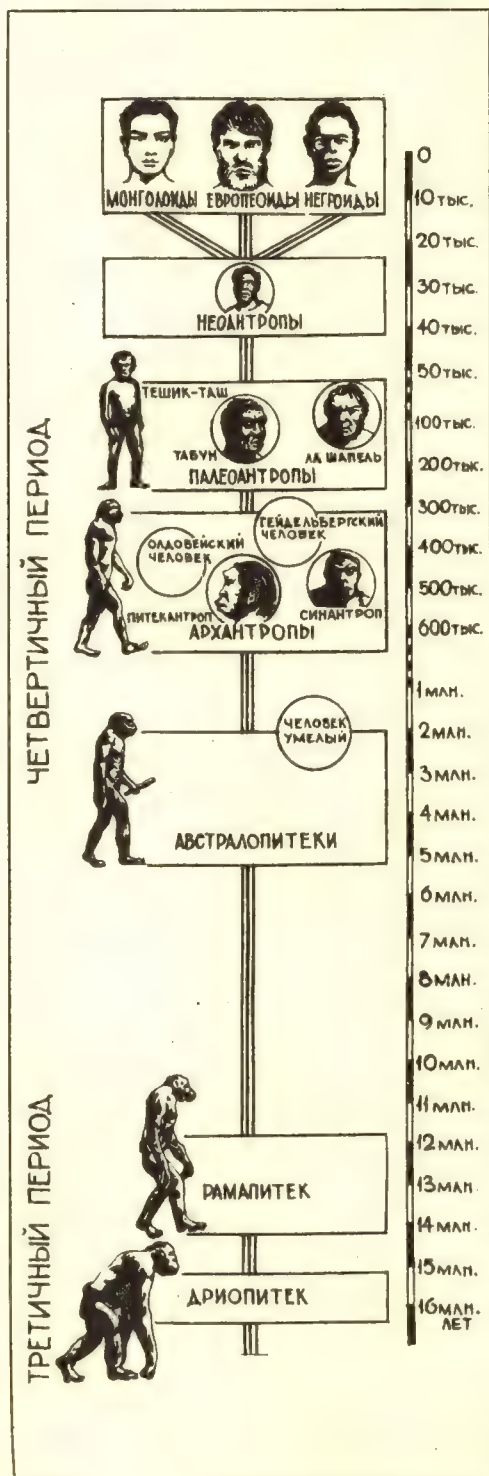
1	2	3	4	5
6		6		2
7	6	1	6	7
6		6		8
1	2	7	8	3

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Тренировка умения мыслить логически

# СКОЛЬКО ЛЮДЕЙ ЖИЛО НА НАШЕЙ ПЛАНЕТЕ

Доктор экономических наук, профессор  
**Б. УРЛАНИС.**



Ответ на вопрос о том, сколько людей жило на нашей планете с момента появления человека и вплоть до настоящего времени, интересует многих. Французский писатель А. Моруа полагал, что человечество скорее состоит из мертвых, чем из живых. А у англичан даже есть поговорка в отношении умершего: он присоединился к большинству. Справедливо ли это? Может быть, живущих теперь на Земле больше тех, что когда-то жили?

Ответ на эти вопросы, казалось бы, невозможен. Кто считал многотысячную орду первобытных людей, бродивших по лесам, пустыням, болотам? Кто может знать, сколько детей рождалось у них и сколько умирало, часто не прожив и одного месяца?

Наскальные рисунки оставили нам представления о живописи первобытных художников, но они не дают никаких материалов для характеристики демографических процессов того времени. И все же хотелось бы получить хотя бы ориентировочную картину.

В конце XVIII века русские ученые попытались ответить на поставленный вопрос. Так, в месяцеслове 1781 года мы находим следующую фразу:

«Ежели бы все люди от начала создания и, следовательно, по обыкновенному исчислению от начала 57 веков поныне жили, то бы всех их было теперь 172 727 миллионов». Далее тут же приводился расчет: если положить на человека 2 квадратных фута (фут — 30, 48 см), то все живущие прежде люди заняли бы 1/280 всей территории Европы. Эти расчеты были, по-видимому, произведены выдающимся статистиком академиком Л. Ю. Крафтом, так как его фамилия стоит в качестве редактора этого издания. К сожалению, как получили приведенную выше цифру, мы не знаем, но знаменательна сама попытка установить число всех родившихся «от сотворения мира».

Другие попытки решить эту демографическую задачу относятся уже к современной эпохе и принадлежат старейшему демографу мира, австрийскому профессору Вильгельму Винклеру. В 1959 году на Венский конгресс Международного союза по изучению народонаселения Винклер представил доклад на тему «Сколько людей до сих пор жило на Земле?».

Пользуясь данными археологов и антропологов, он в своих расчетах исходил из того, что возраст человечества 600 тысяч лет, а вот для начальных страниц человеческой истории он предложил три варианта: 1-й вариант — сначала была только одна брачная пара, 2-й вариант — 50 пар (100 человек) и 3-й вариант — 500 пар (1000 человек). Конеч-



**Воля.** По разным причинам человек становится безвольным. Иногда его настигает отчаяние, он падает духом и в силу многих вроде бы объективных обстоятельств оказывается отброшенным в своем развитии назад. Не бойся начинать все с нуля! Старайся во что бы то ни стало снова подняться. В этом скажется сила личности, сила воли. Такого рода опыт преодоления трудностей может сформировать сильную волю, а это — одно из главных условий достижения успеха.

Иногда некоторые люди совершенно несправедливо считают себя безвольными. Они постоянно про себя решают: «Ну, все, вот теперь я возьмусь...» Так вот люди, делающие попытки заставить себя работать, уже не безвольны. Здесь есть маленький секрет.

Большинство, в особенности творческие люди, склонны садиться за работу тогда, когда им интересно, то есть когда к ним приходит вдохновение. Вдохновение нуждается в поддержке, в создании определенного настроения, самочувствия. Иной раз, что называется, приходится «ломать» себя. Приказывать себе. Заставлять себя приниматься за работу.

Вдохновение, как правило, рождается в обстановке труда, а не в атмосфере безмятежного безделья. Настройтесь, возьмитесь за работу, ничего не загадывая, больше того, даже обнадёжьте себя и успокойте: «Пусть сейчас у меня ничего особенного не получится, но я возьмусь за дело и кое-что дорисую или допишу, а может быть, просто посмотрю все сделанное...» Как только вы вникните в свою оставленную работу, неважно, что это — запущенные разделы по алгебре или история искусства, которую вы принялись читать, техническое творчество или работа за токарным станком, — через некоторое время появится острое желание что-то завершить, что-то наметить вновь и прочее.

И еще один совет. Очень часто подростки ищут причины своих неудач не в самих себе, а в окружающих. И такая канитель лезет из человека, он самозаводится, и его гнев достигает такой силы, что уничтожает волю, нравственность, личность!

Воспитать в себе волю — значит учиться выдержке. Значит рассчитывать только на свои силы. Значит научиться говорить с самим собой так: «Ну что ж, здесь у меня прокол получился. Никто в этом не виноват. Я сам должен исправить ошибку. Я все сделаю сам...» Такая установка дисциплинирует ум, шлифует волю, создает предпосылки для собственного утверждения.

**Здоровье и чувство красоты.** О здоровье в народе неспроста говорят как о главном богатстве человека. Дети к здоровью относятся почти безразлично, дескать, есть здоровье, куда ему деться! Присмотритесь к себе! Присмотритесь к товарищам. Спортивные фигуры — как они прекрасны!

Чтобы здоровье развивалось по законам красоты, нужен специальный режим сна, труда, физических упражнений, солнечных

ванн и водных процедур. В молодые годы необходимо непременно заниматься спортом. Спорт в сплаве с трудом, с умственным и эстетическим развитием — это основа гармонического становления личности.

**САМОРЕАЛИЗАЦИЯ И ЕЕ СТУПЕНИ.** Первая ступенька — подготовка себя к занятиям. Любую деятельность можно сделать творческой. За любую неприятную работу надо садиться с таким чувством: «Это самая увлекательная работа. И если это не так, я сейчас докажу, что это самая легкая, самая увлекательная деятельность». Но вот позвонил или пришел товарищ, скажи: «Сейчас не могу, сейчас сажусь за работу». Предложили тебе билет в кино, отвечай: «Очень огорчен, но не могу: работа». Работа — это и долг, и радость, твой вклад в жизнь семьи, школы, общества. Поэтому весь настрой к труду должен быть предельно радостным и по возможности исключать колебания: «А вдруг не получится, а вдруг не сумею». Помни: такого рода сомнения в период подготовки себя к труду — твои враги.

Вторая ступенька — подготовка условия для труда и для самореализации. Выбери место работы. Подготовь все, чтобы потом не вставать и не дергаться. Расположи все необходимые предметы красиво, чтобы сам их вид вызывал желание работать.

Третья ступенька. Не откладывая, решительно включайся в труд. Рассчитай примерное время занятий. Если работа требует трех-четырех часов, то постарайся, чтобы через каждые пятнадцать-двадцать минут были маленькие перерывы — три-четыре минутки. В эти перерывы ты можешь просто расслабиться или сделать физзарядку: несколько приседаний, несколько вольных упражнений для корпуса, рук, головы.

В конце работы подведи итог сделанному и наметь сроки и объем работы для следующего занятия. Чтобы процесс самореализации шел нормально, старайся делать следующее.

Периодически подводи итоги. Старайся отмечать то положительное, чего ты достиг в труде, учении, искусстве, спорте.

Умей продвигаться вперед. Эта цель требует своевременного выдвижения все новых и новых задач. Помни: остановка — это значит быть отброшенным назад. Если ты научился выполнять ту или иную работу за десять минут, постарайся в следующем месяце сделать ее и лучше и быстрее. Если ты в день уделяешь спорту тридцать — сорок минут, постарайся в следующем месяце увеличить время физических упражнений еще на десять — пятнадцать минут. Добивайся качества и еще раз качества во всем.

Не бойся чужих оценок. Обсуждай вместе со сверстниками, учителями, родителями перспективы твоего дальнейшего становления. Помни: как только ты перестал выдвигать для себя значимые идеи, так твоя жизнь будет скучной.

# ТЕХНОЛОГИЯ САМОУПЛОТНЕНИЯ

Получение теоретически возможной плотности структуры в изделиях из бетона, керамики, огнеупоров и других порошкообразных материалов, включая металлические порошки, — актуальная проблема современной технологии. От нее во многом зависит качество изделий, а следовательно, надежность и эксплуатационные характеристики различных сооружений. Во многих случаях, несмотря на использование огромных давлений, мощных вибраций и колоссальный расход энергии, достигнуть желаемой плотности материала так и не удается.

Главный конструктор Государственного проектного института по строительному машиностроению для сборного железобетона (ГИПРОСТРОММАШ) Н. Е. Королев, используя принципы механизма перистальтического движения, широко применяемого в живой природе, разработал непрерывную технологию формования труб, плит и других изделий с очень плотной структурой.

Новая технология проста, бесшумна, требует минимального расхода энергии на единицу продукции по сравнению с традиционной виброобработкой или прессованием. Она внедрена уже на ряде заводов Советского Союза.

Инженер Н. КОРОЛЕВ.

## ТРУДНАЯ ЗАДАЧА

Громадное количество изделий в промышленности строительных материалов и других областях техники изготавливается из порошкообразных материалов. Только производством бетонных и железобетонных изделий на многих заводах в СССР занята более миллиона человек. Их ежегодной продукцией, если бы ее уложить в ленту шириной и высотой в один метр, можно около трех раз опоясать по экватору земной шар.

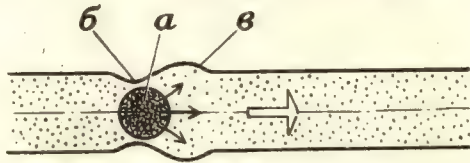
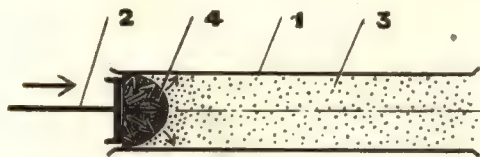
Самый трудоемкий и тяжелый процесс в технологии производства изделий из порошков — формование. Для этого материал засыпают в форму и уплотняют вибрированием или прессованием. Несмотря на применение мощнейших вибрационных машин и прессов, методами традиционной технологии не удается добиться желаемой, не говоря уже о теоретически возможной плотности упаковки частиц смеси. Внутри уплотняемой массы остаются поры от хаотического расположения неодинаковых по форме и размерам частиц и от «защемления» воздуха, находившегося в

рыхлой массе до ее обжатия. В бетонных изделиях появляются еще и поры, занятые избыточной водой, не вступившей в реакцию с цементом. Как известно, воду эту добавляют для улучшения пластичности смеси при укладке. Пористость понижает теоретически возможную при плотной укладке прочность в 2—5 раз.

Известный физик П. Бриджмен писал, что «поразительно то сопротивление, которое любой порошкообразный материал оказывает попытке полностью спрессовать его под давлением. В порошковой металлургии хорошо известно, что если поместить порошок в длинную цилиндрическую форму, то практически невозможно спрессовать его при помощи поршня, входящего в форму с одного конца... Если попытаться выдавливать материал, пополняя форму материалом и создавая давление на него непосредственно поршнем, то окажется, что вследствие трения у стенок сосуда давление не будет передаваться к отверстию, через которое производится выдавливание, и прежде чем начнется выдавливание, может быть достигнуто давление, достаточное для разрыва сосуда».

Технически невозможно из длинной жесткой трубки 1 выдавить поршнем 2 с одного конца заполняющий ее порошкообразный материал 3 из-за того, что под поршнем формируется ядро-клин 4.

По современным представлениям в живой природе продвижение содержимого (а) по длинной эластичной трубке, например, кишке, происходит вследствие распространения кольцевой перетяжки (б), которой предшествует расслабление стенки (в).





Создавать и внедрять в производство принципиально новые технику и материалы, прогрессивную технологию. Обеспечить рост выпуска машин и агрегатов большой единичной мощности и производительности, высокоэкономичного оборудования, законченных систем машин для комплексной механизации и автоматизации производства.

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года.

## РАБОТАЕТ ПЕРИСТАЛЬТИКА

Действительно, невозможно по трубке диаметром в пять и более раз меньшим ее длины, переместить или спрессовать поршнем с одного конца не только металлический порошок, но даже пастообразную массу, влажный песок, глинистую массу и т. д.

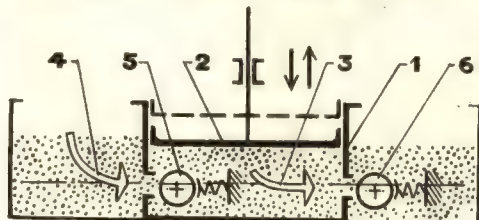
Но если это невозможно сделать поршнем, может быть, удастся иным путем? Хотя бы так, как решает эту задачу земляной червь, который в процессе движения в грунте пропускает его через себя и выбрасывает на поверхность в виде довольно плотных кучек.

В организме червя, как и у других живых существ, перемещение содержимого по тонким трубкам происходит благодаря перистальтике.

Перистальтика (в переводе с греческого означает «охватывающий и сжимающий») — это волнообразное сокращение стенок полых трубчатых органов (кишок, желудка и т. д.), способствующее передвижению их содержимого в продольном направлении. По существующим представлениям содержимое, например, кишечника передвигается вследствие распространения кольцевой перетяжки, которой предшествует расслабление стенки органа впереди сужения. Перистальтика происходит автоматически в результате координированных сокращений продольных и поперечных мышц. Вместе с тем небольшой кусочек кишки, отрезанный от всего кишечника, продолжает некоторое время волнообразные движения автономно, без какой-либо централизованной координации.

Действие такого элементарного участка кишки принципиально сходно с тем, что происходит в корпусе простейшего грунтового насоса с поршнем, гармонически колеблющимся вверх-вниз в заданных пределах.

Поступление материала в насос извне и выдавливание из него возникают только при колебаниях (качаниях) плунжера вверх-вниз в направлении, перпендикулярном и направлению транспортирования материала. На схеме: 1 — корпус насоса; 2 — плунжер; 3 — движение материала в корпусе насоса при выдавливании; 4 — движение материала при его поступлении в насос; 5 и 6 — всасывающий и нагнетательный клапаны.



При ходе поршня вниз происходит выдавливание части материала из корпуса, при ходе вверх — пополнение корпуса грунтовой массой, затем снова выдавливание и т. д. (см. схему внизу). Естественно, что выдавливание будет происходить только в случае полного заполнения материалом пространства под поршнем в момент его движения вниз. Если под поршнем материала недостаточно, то, несмотря на гармонические колебания поршня, выдавливания материала не произойдет и не поможет никакая координация его движений.

## ТЕКУЧИЙ КЛИН

Анализ работы такого насоса натолкнул автора на иное, нетрадиционное объяснение механизма перистальтики.

Возникла мысль, что перемещение содержимого вдоль кишечника происходит только вследствие колебаний его стенок в поперечном направлении (туда и обратно) без сокращения их в продольном направлении. Кишечник остается в организме на одном и том же месте, а видимое движение вдоль него волн — кольцевых перетяжек — всего лишь зрительная иллюзия. Она возникает из-за гармонических поперечных смещенных по фазе колебаний точек стенок кишечника.

Для подтверждения такого объяснения был проведен эксперимент, имитирующий действие элементарного участка кишки. Суть его в том, что под гармонически колеблющимся в ограниченных пределах вверх-вниз жесткий штамп, расположенный над слоем порошкообразной массы, каждый раз при отходе его вверх подсыпали дополнительно такую же порцию порошка. При этом был обнаружен неожиданный эффект, позволивший глубже проникнуть в суть механизма перистальтики.

Из подсыпаемой массы под штампом формируется предельно плотное ядро, имеющее форму полушария (полусферы), обращенной вершиной вниз. Высота (глубина) распространения ядра от основания к вершине колеблется в пределах от 0,5 до 1,5 ширины штампа. Чрезвычайно важной особенностью этого эффекта оказалось то, что до образования ядра на всю глубину масса перед штампом остается неподвижной. И лишь после образования ядра начинается и непрерывно происходит отчетливо видимое движение массы из-под штампа в свободную сторону и вверх по всей толщине уплотняемого слоя.

● ТЕХНИКА НА МАРШЕ  
Новые технологии



Под гармонически колеблющимся штампом 1 (схема а) из подсыпаемой под него порошкообразной массы 2 формируется предельно плотное ядро 3, которое не разрушается и не теряет плотности и однородности по всему объему, несмотря на то, что в него непрерывно вдавливаются штампом новые порции той же массы.

При этом ядро под штампом не разрушается и не теряет плотности и однородности по всему своему объему, хотя в него непрерывно вдавливаются штампом новые порции порошка.

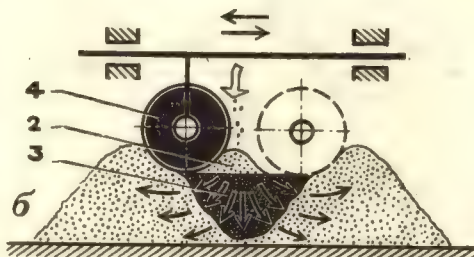
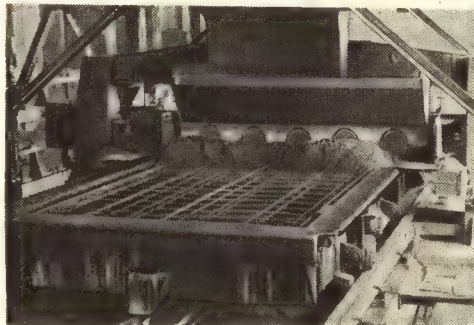
Опыт показал, что то же самое происходит и под роликом, перемещаемым в горизонтальных направлениях туда и обратно (это поясняют схемы вверху).

Ядро, образно говоря, работает как твердый клин, раздвигающий массу в стороны от штампа. Хотя в ядре и происходит взаимное перемещение частиц, оно сохраняется при этом высокую плотность. Такое явление характерно только для текучей жидкости. Поэтому открытый эффект назвали «текучий клин».

Спрессовать сыпучий и пластичный материал в тонкой трубке и даже продвинуть материал вдоль нее не удается именно из-за того, что под поршнем формируется ядро-клин, разрывающий стенки трубки.

Но ничего подобного не происходит в живой природе. Почему? Ответить на этот вопрос нам теперь просто: для природы противостоит перемещать поршень в том же направлении, в котором производится выдавливание, как это свойственно техническим процессам. Ярким примером служит перистальтика, при которой перемещение содержимого вдоль тонких эластичных трубок происходит с минимальной затратой энергии благодаря колебанию стенок сосудов в поперечном направлении.

Формовочная машина для производства дорожных и аэродромных плит с предварительно-напряженной арматурой (вид спереди, со стороны пульта управления).



Аналогичная картина наблюдается под колеблющимся туда и обратно роликом (натом) 4 (схема б) (остальные обозначения здесь те же, что и на схеме а).

Причем на каждом элементарном участке, скажем, кишки, перемещение содержимого в продольном направлении происходит только в моменты полного предельно компактного заполнения этого участка содержимым, то есть в моменты возникновения эффекта текучего клина. Именно в этом главная особенность перистальтики.

## ПО ПАТЕНТАМ ПРИРОДЫ

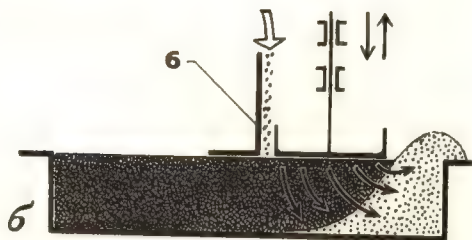
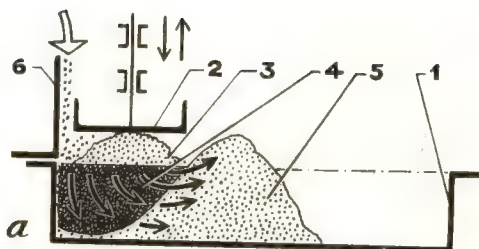
Патент природы — эффект текучего клина — автор и его коллеги решили использовать при создании новых способов и устройств для непрерывного формования и уплотнения разнообразных изделий из сыпучих и пластичных масс. На эти изобретения получены авторские свидетельства.

Принцип новых технологий следующий (см. схемы на стр. 31). Над краем открытой сверху горизонтальной формы перемещают вверх-вниз до касания с верхней поверхностью будущего изделия рабочий орган, например, штамп. Под него при каждом ходе вверх самотеком подсыпается формуемая масса по всей ширине изделия (формы). Под рабочим органом происходит сжатие материала, осуществляемое самим же материалом, непрерывно «подкачиваемым» рабочим органом под себя. До образования под рабочим органом текучего клина, то есть до начала перистальтического перемещения, форма неподвижна.

Возникновение текучего клина характеризуется «вытеканием» (выдавливанием) самоуплотнившейся массы из-под рабочего органа по всей ширине и толщине формования в сторону незаполненной части формы. Это и свидетельствует о том, что под рабочим органом материал доведен до текучего, предельно плотного состояния на всю глубину формования, то есть возник эффект текучего клина. При этом непосредственно под рабочим органом невозможно разрушение или разуплотнение материала ввиду того, что обратно выдавливаемый слой материала играет роль сопротивления, сдерживающего напор.

С этого момента форму начинают перемещать поступательно и непрерывно под рабочий орган в противоположную сторону.





Схемы, поясняющие механизм формирования плит плоским штампом: а — в начале формирования; б — в ходе непрерывного формирования; 1 — форма; 2 — штамп; 3 — формуе-

мая масса, подсыпаемая непосредственно под штамп; 4 — плотное ядро; 5 — масса, выдавливаемая из-под штампа; 6 — предохранительная и калибрующая лыжа.

ну; делают это со скоростью, равной или меньшей скорости выдавливания. Для предотвращения антиперистальтики, то есть движения смеси в обратном направлении, за штампом перемещают предохранительную калибрующую лыжу.

Если в природной перистальтике орган (форма) остается на месте и вдоль него бегут волны, рожденные гармоническими колебаниями в поперечном направлении, в результате чего и перемещается содержимое, то в нашем процессе гармонические поперечные колебания поверхности рабочего органа происходят на одном месте: волна как бы стоит на месте, масса под рабочим органом перемещается вдоль формы, а сама форма движется в сторону, противоположную перемещению массы. Благодаря этому и осуществляется непрерывное заполнение формы плотно упакованной массой от начала до конца формы. Схемы на 6—7-й стр. цветной вкладки поясняют принцип работы устройств для формирования труб и плит по новой технологии.

### ОТ ИДЕИ — К ВНЕДРЕНИЮ

**В** ходе разработки и внедрения нового способа было предложено несколько вариантов подкачивающих устройств, то есть формовочных машин. В качестве рабочих органов использованы качающиеся пластины, возвратно-поступательно перемещаемые плоские и наклонные штампы, а также различные системы катков-роликов. Пока в промышленности строительных материалов нашли применение системы катков-роликов. Эти устройства не только обеспечивают подкачку, но одновременно распределяют и дозируют материал по ширине формы (при производстве плит) или по периферии форм (при изготовлении круглых и некруглых труб).

Формовочные машины разработаны для изготовления плит любой длины при толщине до 250 мм и ширине до 3600 мм, для производства бетонных труб, бордюрных камней в многогнездных формах, дорожных и аэродромных плит с предварительно напряженной арматурой.

Если толщина стенок изделия превышает 250 мм и равна, например, 400—500 мм, то формовать его целесообразней, «накачивая» раствор одновременно с двух сторон.

Так как громадное большинство массовых строительных изделий имеет толщину до 500 мм, то возможная область применения этого способа представляется достаточно широкой.

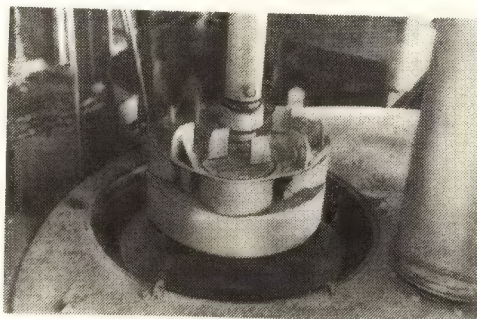
Вообще следует подчеркнуть, что новая технология обеспечивает предельно плотную упаковку не только бетонных смесей, но и керамических, огнеупорных, древесностружечных, грунтовых и других сыпучих материалов, а также металлических порошков. При этом возникающее под рабочим органом давление в 10—20 раз меньше, чем при традиционных способах формирования. Так, например, в опытах при изготовлении силикатного кирпича по новой технологии давление составляло 7—9 кг на 1 см<sup>2</sup> вместо 200.

Засыпка массы, ее распределение, дозирование, формование, уплотнение и отделка совмещены в одну непрерывную операцию, осуществляемую одним рабочим органом, который перемещается в направлении трех координатных осей. В этом главное преимущество новой технологии.

Перемещение в одном из направлений обеспечивает собственно накачку и формование профиля изделия, в другом — осуществляет дозирование и распределение материала по ширине (диаметру) формы, в третьем — позволяет непрерывно выводить уже отформованную часть изделия из-под накачивающего устройства.

Существенно, что новый способ формирования изделий может быть полностью автоматизирован; при этой технологии нет никакого шума, отсутствует вредная вибрация; сырьем могут служить разнообраз-

Рабочий орган станка для производства бетонных труб.



ные по размерам зерен сыпучие смеси. Обеспечивается высокая степень уплотнения, хорошее качество наружных поверхностей — без пор и раковин.

Новая технология самоуплотнения позволяет за один прием формовать и многослойные плиты. В этом случае надо одновременно подавать под рабочий орган все материалы, составляющие слои. Допускается также формование многопустотных плит и панелей с распалубкой продольных граней и извлечением пустотообразователей непосредственно в ходе непрерывного процесса (см. схему на цветной вкладке).

Благодаря отсутствию пор прочность и морозостойкость изделий, полученных по новой технологии, в 2—2,5 раза выше, чем у изделий, изготовленных традиционными способами.

При формировании по новой технологии энергия расходуется только на преодоление сопротивления перемещению частиц внутри ограниченной по объему зоны текучего клина.

Благодаря этому расход энергии на кубометр отформованного изделия при технологии самоуплотнения ниже.

Опыт показывает, что производительность новой технологии достаточно высока: в минуту можно изготовить, например, до 1,5 м плиты при толщине 100—200 мм вне зависимости от ширины.

Технология перистальтического безвибрационного формирования роликовым рабочим органом (авторское свидетельство № 292792) и устройства для ее осуществления при изготовлении труб (авторское свидетельство № 294741) и плоских плит уже внедрены на заводах в Москве, Серпухове, Липецке, Екабпилсе, Горьком, Гниван и Кретьнге. Линия по формированию бетонных труб в Екабпилсе и линия в Москве по производству крупноразмерных цементно-песчаных тротуарных плит получили премии на Всесоюзном конкурсе.

Годовой экономический эффект от внедренной в производство в Москве линии тротуарной плитки равен 160 тысячам рублей. В первый же год эксплуатации линия по производству бетонных труб (в г. Екабпилсе) дала прибыль в 150 тысяч рублей.

В заключение еще раз подчеркнем, что применение новой технологии пока еще сильно отстает от ее потенциальных возможностей. Вполне реально, например, создание подвесных или навесных накачивающих устройств, собираемых из унифицированных элементов и пригодных для изготовления широкой номенклатуры изделий на конвейерных линиях заводов.

Интересен, скажем, способ строить дороги с помощью навесной установки типа той, что сегодня формует плиты, но поставленной на гусеничный ход, самодвижущейся (авторское свидетельство № 473780). В этом случае формой будет служить прорыток в грунте «корыто», в которое установка уложит и уплотнит все слои будущего шоссе: гравийно-песчаную смесь, бетон, асфальт. И сразу готовое шоссе — не надо катков, асфальтоукладчиков и другой сегодня применяемой техники.

Кроме того, новый метод пригоден не только для формирования изделий из сыпучих масс, но и для обезвоживания масс в химической, деревообрабатывающей и пищевой промышленности без применения фильтрующих устройств — фильтром служит сама рыхлая масса, выталкиваемая перед рабочим органом. Значит, открывается возможность, например, весьма просто получать таким способом соки из ягод и фруктов.

**Н**овая технология, несомненно, может внести свой вклад в решение важнейшей для нашей страны задачи: экономии материальных и трудовых ресурсов. И в этом ее главное значение.

## ФИЗИКА: ОТ ИДЕИ, ТЕОРИИ, ЭКСПЕРИМЕНТА К ШИРОКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ТЕХНИКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

(Иллюстрация к статье академика Е. Велихова «Физика — наука наступающая», см. стр. 2).

Цветная вкладка иллюстрирует некоторые примеры становления и широкого развития новых областей техники, начало которым дали физические идеи и эксперименты. События, связанные с появлением того или иного научного результата, машины или прибора, символически обозначены простейшими рисунками, рядом с некоторыми из них указан год, относящийся к данному событию. На столь лаконичном рисунке, разумеется, невозможно отобразить всю сложность путей, по которым шло развитие науки и техники. Так, например, четвертый рисунок не отражает сложного переплетения фундаментальных исследований в области аэро- и гидродинамики с изобретательской деятельностью и экспериментальными работами, которые двигали вперед авиацию и ракетно-космическую технику. Или дру-

гой пример: значительно более сложными путями, чем это удалось показать на пятом рисунке, развивалась полупроводниковая электроника — еще до того, как был построен ее научный фундамент, имелся уже обнадеживающий опыт использования полупроводниковых выпрямителей и даже полупроводникового усилительного прибора, созданного нижегородским радиоспециалистом Олегом Лосевым в середине двадцатых годов. На рисунках не удалось также отобразить многие важные события на пути от опытов по электромагнетизму до становления столь важных областей, как современная электроэнергетика, радиоэлектроника, электротранспорт, промышленная и бытовая электротехника.

И вместе с тем, несмотря на всю условность и фрагментарность, рисунки на вкладке напоминают, в какой большой степени нынешнее могущество человека определено успехами фундаментальных научных исследований в различных областях физики.

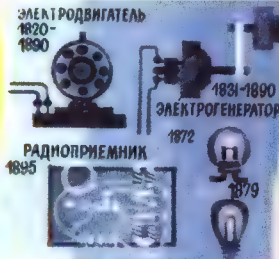
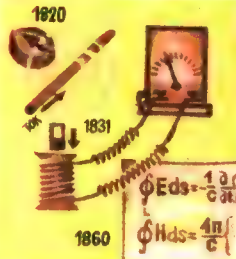


Идея, эксперимент, теория

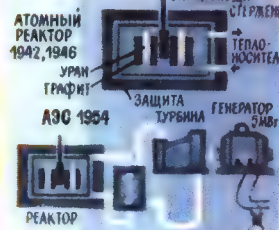
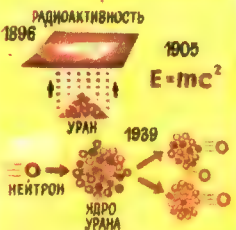
Прикладные работы, практика

Области применения

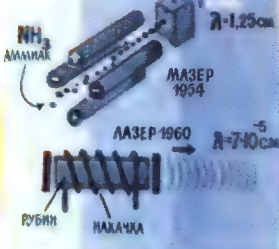
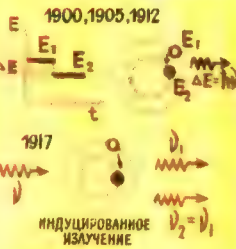
## ЭЛЕКТРОФИЗИКА



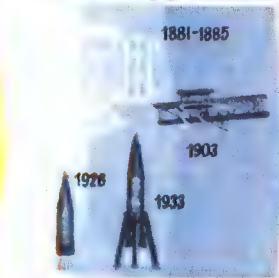
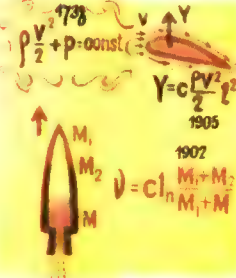
## ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА



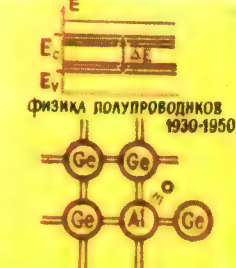
## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

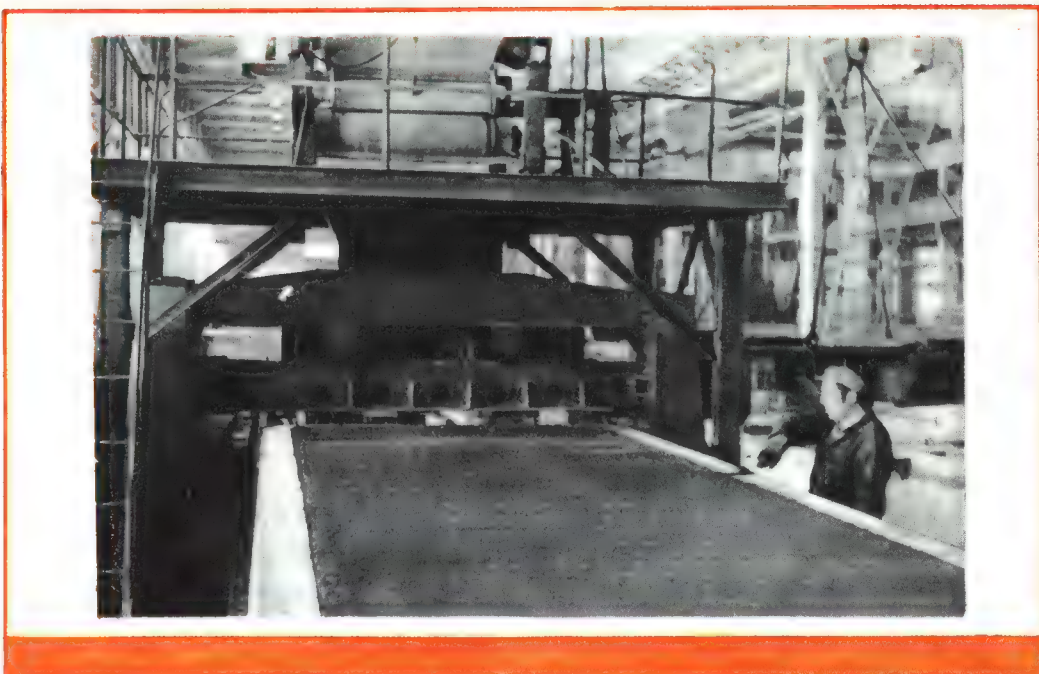


## АЭРОДИНАМИКА



## ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

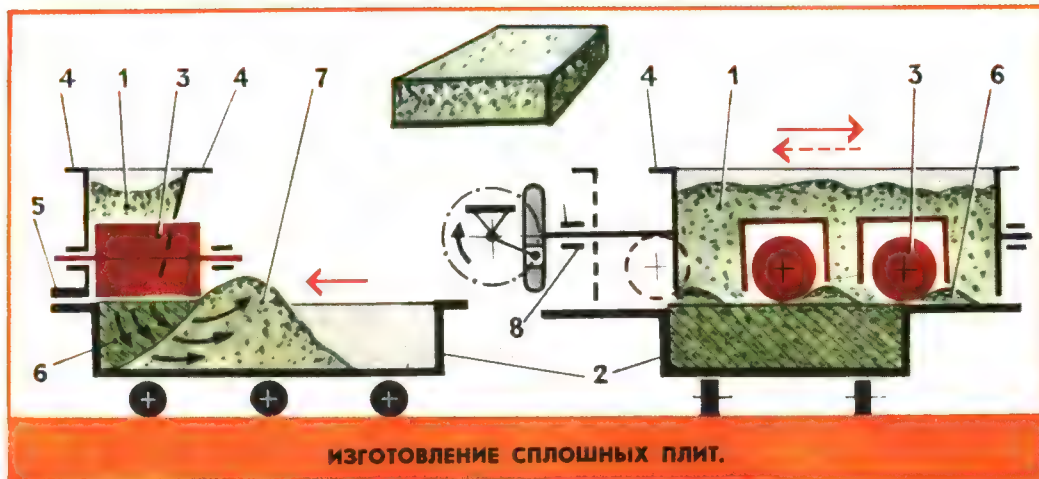




Формовочная машина для производства дорожных и аэродромных плит с предварительно-напряженной арматурой.

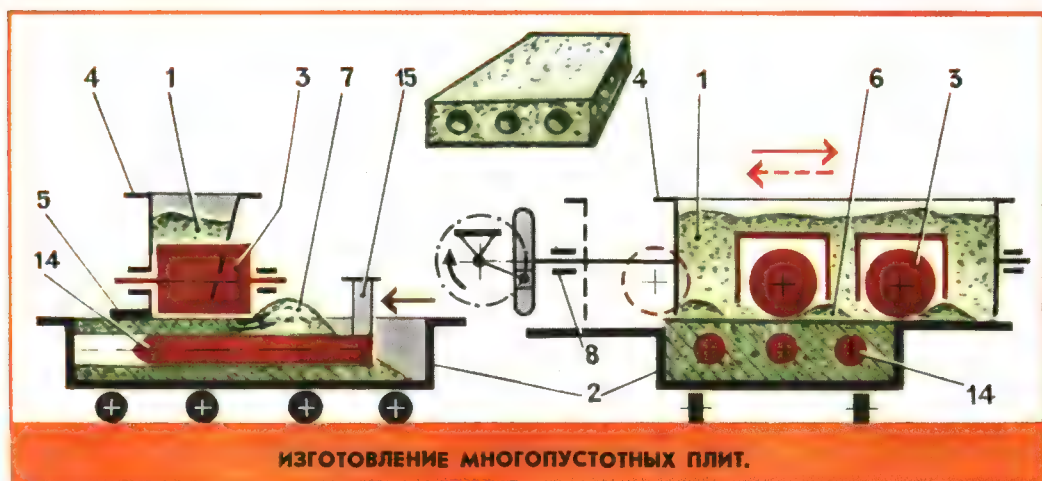
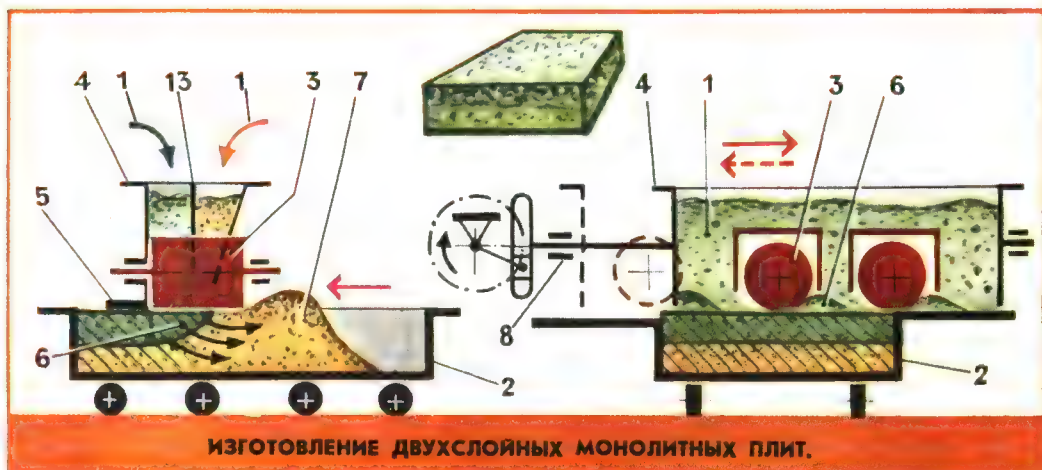
Схемы устройств для формирования с помощью роликового рабочего органа сплошных плит (а), круглых труб (б), двухслойных монолитных плит (в) и многоспустотных плит (г). На схемах: 1 — сыпучий материал; 2—форма; 3 — рабочий орган; 4—бункер для сыпучего материала; 5 — предохранительная калиб-

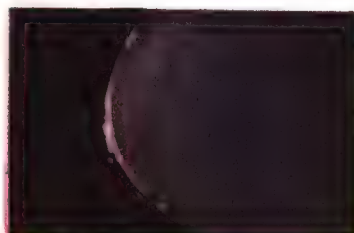
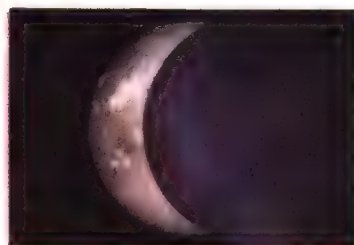
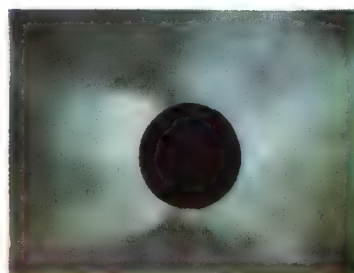
рующая лыжа; 6 — плотное ядро; 7—материал, выдавливаемый из-под роликов; 8 — направляющие; 9—внутренняя поверхность формируемой трубы; 10 — ленточный питатель; 11 — ведущий вал; 12—поддон; 13—стенка, разделяющая потоки материалов; 14 — пустообразователи; 15 — подвеска для пустообразователей.



ИЗГОТОВЛЕНИЕ СПЛОШНЫХ ПЛИТ.









В 1980 г. вышла в свет примечательная книга известного популяризатора науки о металлах С. И. Венецкого «О редких и рассеянных». Она является прямым продолжением работы того же автора «Рассказы о металлах», выпущенной тремя изданиями (в 1970, 1975 и 1978 гг.) и отмеченной дипломами конкурсов Всесоюзного общества «Знание» и Союза журналистов СССР на лучшие произведения научно-популярной литературы и научной журналистики.

Новая книга С. И. Венецкого посвящена актуальным проблемам, которые стоят перед металлургией наших дней. Широкое развитие новых областей техники — ядерной энергетики, лазерных устройств, специально приборостроения, авиации и космонавтики, радиоэлектроники, вычислительной техники и т. д. — потребовало создания новых материалов с уникальными свойствами. В промышленное производство и в практику научного эксперимента были введены десятки редких и рассеянных, то есть встречающихся главным образом в виде примесей в других металлах элементов, содержание кото-

рых в природе, как правило, не превышает ничтожных долей процента. Вот об этих недавних «отшельниках» периодической таблицы химических элементов, играющих все большую роль в науке и практике, рассказано в книге.

Биографии «редких и рассеянных» весьма любопытны. Существование и основные свойства некоторых из них, например, галлия, германия, скандия и др., были предсказаны еще Д. И. Менделеевым, но их «официальное» открытие состоялось спустя годы. Многие редкие элементы длительное время не получали практического применения, и только разработка новых технических устройств в наше время сделала их поистине незаменимыми.

Автор рассказывает о «биографиях» 19 редких элементов, начиная от галлия, кончая радием. Каждый из них имеет свою любопытную судьбу, свою историю, свои уникальные свойства и области применения.

Книга «О редких и рассеянных» насыщена новой информацией, изложенной ясным, живым языком. Она с первых же страниц настоящего увлекает читателя, делает его как бы участником творческого труда ученых и практиков, открывших новые химические

элементы, освоивших их промышленное производство и заставивших нести ответственную службу в интересах научно-технического прогресса. Глубоко прав известный советский металлург, академик А. Ф. Белов, написавший во вступлении к книге, что ее цель состоит в том, чтобы «рассказать о трудных путях, которыми шли ученые и важным открытиям, поведать о тех нехоженных тропах, каких еще много в удивительном мире металлов». Нужно сказать, что эта цель достигнута. Книга будит творческую мысль прежде всего молодого читателя, заставляет не просто восторгаться успехами современной науки и техники, но и серьезно подумать при выборе своей будущей профессии об увлекательном труде металлурга.

Важнейшим компонентом книги «О редких и рассеянных» является ее «изобразительная» часть. Сделанные в юмористической, часто гротесковой форме рисунки художника А. В. Колли не просто помогают усвоить большой научно-популярный материал книги, но в какой-то мере и дополняют его.

Хочется отметить и то, что книга С. И. Венецкого вышла в отличном полиграфическом исполнении. Кандидат технических наук  
**А. ФЕДОРОВ.**

**С. И. Венецкий. О редких и рассеянных. Москва. Изд-во «Металлургия», 1980, стр. 184, ц. 95 к.**

## СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ 31 ИЮЛЯ 1981 ГОДА

Эти снимки солнечной короны и протуберанцев получены во время полной фазы солнечного затмения 31 июля 1981 года в поселке Мариинское Хабаровского края. Наблюдения вела группа сотрудников Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (Москва) под руководством доцента МГУ Э. В. Кононовича.

Два снимка сделаны с разной экспозицией на цветную пленку. На снимке с меньшей экспозицией (внизу слева) хорошо видны протуберанцы — яркие выступы у края темного диска Луны, закрывшего Солнце. Это облака плазмы, они более плотные и холодные, чем окружающая их горячая и разреженная корона. Сама ко-

рона хорошо видна на снимке, с большей экспозицией (вверху). Температура короны 1—2 миллиона градусов, а у протуберанцев она не превышает 10 тысяч градусов.

Фотография тонкой структуры короны получена через специальный фильтр, ослабляющий свет короны по мере приближения к краю черного диска Луны, закрывающего Солнце. Хорошо видно множество длинных тонких лучей, простирающихся далеко от Солнца. Это потоки солнечной плазмы, которые вместе с солнечным ветром уходят в межпланетное пространство. Магнитосфера Земли находится под постоянным воздействием этих потоков.

Частная фаза. Снимок сделан за полчаса до полной фазы. На незакрытой части Солнца видна тонкая структура хромосферы. Светлая область — группа солнечных пятен, окруженных ярким флоккулом — более горячей и плотной областью солнечной атмосферы. Подобные активные области оказывают существенное влияние на многие геофизические процессы и явления. Снимок сделан в лучах ионизованного кальция.

Протуберанцы. Наиболее удаленный от Солнца протуберанец поднялся на высоту около 30 тысяч километров над фотосферой Солнца. Снимок сделан в лучах ионизованного кальция.





## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

С 14 по 18 сентября в Москве проходила ежегодная Международная встреча руководителей обществ и организаций по распространению политических и научных знаний.

За круглым столом конференц-зала Совета Экономической Взаимопомощи — делегации Народной Республики Болгарии, Венгерской Народной Республики, Социалистической Республики Вьетнам, Германской Демократической Республики, Республики Куба, Монгольской Народной Республики, Польской Народной Республики, Социалистической Республики Румынии, Советского Союза и Чехословацкой Социалистической Республики.

В рамках встречи прошла Международная научно-практическая конференция «Научные основы лекционной пропаганды, пути повышения ее качества в свете решений XXVI съезда КПСС и съездов братских партий социалистических стран», состоялось Международное совещание «О дальнейшем совершенствовании международного сотрудничества», были проведены переговоры руководителей делегаций и представителей издательств.

Научно-практическая конференция открылась докладом Председателя Правления Всесоюзного общества «Знание» академика Н. Г. Басова «Деятельность Всесоюзного общества «Зна-

ние» по повышению качества и эффективности лекционной пропаганды в свете решений XXVI съезда КПСС».

В докладе подчеркивалось, что XXVI съезд КПСС дал глубокий анализ развития мировой системы социализма, отметил ее решающую роль в мировых делах и определяющее воздействие на ход прогрессивных перемен на земле, укрепление мира и предотвращение опасности войны, подчеркивалось, что социалистическое содружество — образец новых, невиданных ранее дружеских, равноправных отношений суверенных государств.

Международная встреча проходила в момент, когда перед обществами по распространению политических и научных знаний социалистических стран были поставлены новые задачи, главная из которых и определяющая всю дальнейшую деятельность — это задача по повышению качества и эффективности пропаганды знаний, по повышению роли обществ в работе по коммунистическому воспитанию трудящихся, мобилизации их на успешное выполнение планов экономического и социального развития.

В связи с этим в своем докладе академик Н. Г. Басов отметил, что сегодня важнейшее место в деятельности Всесоюзного общества «Знание», всех его организаций и членов занимает глубокая пропаганда основополагающих принципов

марксизма-ленинизма, пропаганда содержащихся в материалах XXVI съезда КПСС и в трудах и выступлениях товарища Леонида Ильича Брежнева рекомендаций и творческого вклада в теорию научного коммунизма.

Общество «Знание» проводит большую работу по пропаганде материалов XXVI съезда КПСС, экономической стратегии партии, основных направлений научно-технического прогресса, ленинской миролюбивой политики партии. Всем этим общество «Знание» активно способствует коммунистическому воспитанию советских людей, мобилизации их на успешное выполнение задач одиннадцатой пятилетки.

Особенно подчеркивалась в докладе важность усиления наступательной пропаганды, усиления борьбы против буржуазной идеологии, ревизионизма и антикоммунизма в условиях нынешнего обострения политического и идеологического противоборства двух мировых систем.

На Международном совещании с докладом «О дальнейшем совершенствовании международного сотрудничества» выступил первый заместитель Председателя Правления Всесоюзного общества «Знание» доктор технических наук, профессор Ю. С. Карабасов.

Все делегации Международной встречи руководителей обществ и организаций по распространению политических и научных знаний приняли активное участие в обсуждении вопросов научно-практической конференции и совещания. В числе выступивших с докладами были: доктор экономических наук, профессор Никола ВЕЛИКОВ, преподаватель Института экономики имени К. Маркса (Общество по распространению научных знаний имени Г. Киркова НРБ); кандидат педагогических наук Матяш ДУРКО, доцент кафедры воспитания взрослых (Общество по распространению научных знаний ВНР), про-

● ХРОНИКА



# В н о м е р е:

Е. ВЕЛИХОВ, акад., вице-президент АН СССР — Физика — наука наступающая	2
В. ЗАГЛАДИН, проф., И. ФРОЛОВ, чл.-корр. АН СССР — Жизненные интересы человечества	13
Заметки о советской науке и технике	16, 21, 57, 118
День за днем	18
П. ДОРОФЕЕВ, секретарь Кемеровского обкома КПСС — Профессия и трудовые традиции семьи	22
В. КОПТЕЛОВ, канд. техн. наук — Педагог-наставник	24
Н. ЧИСТЯКОВ, докт. пед. наук — Профориентация — это наука	24
Ю. АЗАРОВ, докт. пед. наук — Призвание	25
Н. КОРОЛЕВ, инж. — Технологии самоуплотнения	28
А. ФЕДОРОВ, канд. техн. наук — Любопытные биографии	33
Солнечное затмение 31 июля 1981 года	33
Международная научно-практическая конференция	34
А. БАЕВ, акад. — Индустрия ДНК	36
М. МИРОНОВ, инж. — Чиркейская ГЭС	40
Кинозал	45
В. ВОВОРЫКИН, канд. филолог. наук — «Молодая гвардия». Из блокнотов и дневников А. Фадеева	48
Новые книги	51, 66
В. РАПОПОРТ, докт. экон. наук — Социальное управление: системный подход	52
Психологический практикум	57, 63
А. БОГОВЛЕНСКИЙ, докт. хим. наук, Е. АВЕРЬЯНОВ, канд. хим. наук — Анодированные металлы	58
В. УРЛАНИС, докт. экон. наук — Сколько людей жило на нашей планете?	64
И. СТРАЖЕВА, докт. техн. наук — Король истребителей	67
Золотой юбилей ГИРДА	76
А. БЛЮГЕР, акад. АН Латвийской ССР — По следам австралийского антигена	78
Маленькие хитрости	83
Г. ШУЛЬГИН, канд. хим. наук — Желтая красна из черного угля	84
Как правильно?	86
Л. ФИРСОВ, докт. мед. наук — Новое поколение на обезьяньем острове	88
В. ПАННИКОВ, вице-президент ВАСХНИЛ — Почва и программированный урожай	93
Улучшение почв	96
Гербы городов Новгородской и Олонечкой губерний	97
Кунсткамера	99
Промышленное свиноводство на обновленных фермах	100
Л. СКВОРЦОВ, докт. филолог. наук — «Исправленному верить...»	101, 109
Л. ШУГУРОВ, инж. — Коммунальные машины	102
А. ВОЛГИН — Новое в цветной фотографии	106
Л. АНДРИАНОВА — Крыска Мышка	110
М. ЗАПЛАТИН — Об исчезнувшем божестве вогулов	112

Ответы и решения	117
Медь и серебро со дна Красного моря	118
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации)	120
В. ГУВАРЕВ — Вечный «Салют»	124
Л. МИНЦ — Детская комната с гимнастическим комплексом	130
Ю. ВЯЗЕСКИЙ — Странный мальчик	132

## ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ:

М. ШПАГИН — Из истории водяных знаков (140); И. ЕЛИЗАРОВА — Морской метеопырь (141).	
А. ПУРТОВ, В. КОЗЬМИН — Инары XX века	142
Из архива Кифы Васильевича	148
Ю. ПОПОВ, докт. физ.-мат. наук, Ю. ПУХНАЧЕВ, канд. физ.-мат. наук — Стоило ли будить Нгоро-Нгоро?	148
М. КЛИПИНИЦЕР — Известный и самый важный путешественник	150
М. ЮДОВИЧ, международный мастер — Полвека назад	153
А. БАРСЕГОВ — Ваша кухня и нашего системного анализа	158
Пикульник	160

## НА ОБЛОЖКЕ:

- 1-я стр. — Ткацкий цех Московской орден Трудового Красного Знамени хлопчатобумажной фабрики им. М. В. Фрунзе. Здесь вместо старого челночного оборудования установлены отечественные пневматические станки, Фото В. Веселовского.
- Внизу: Чиркейская ГЭС. Фото В. Дергача (см. стр. 40).
- 2-я стр. — Ленин — знамя наших побед. Гравюра В. Носкова.
- 3-я стр. — Пикульник. Фото Р. Воронова.
- 4-я стр. — Экономика должна быть экономной. Рис. Э. Смолина.

## НА ВКЛАДКАХ:

- 1-я стр. — Физика: от идеи, теории, эксперимента к широкому использованию в технике и производстве. Рис. Э. Смолина.
- 2-3-я стр. — Технология самоуплотнения. Рис. Ю. Чеснокова (см. статью на стр. 28).
- 4-я стр. — Снимки солнечной короны и протуберанцев, полученные во время полной фазы солнечного затмения 31 июля 1981 года группой сотрудников Государственного Астрономического института им. П. К. Штернберга под руководством доцента МГУ Э. В. Кононовича.
- 5-я стр. — Улучшение почв. Рис. Ю. Егорова.
- 6-7-я стр. — Анодированные металлы. Рис. М. Аверьянова. (см. статью на стр. 58).
- 8-я стр. — Гербы городов Новгородской губернии. Рис. О. Раво.

# Н А У К А И Ж И З Н Ь

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

№ 11

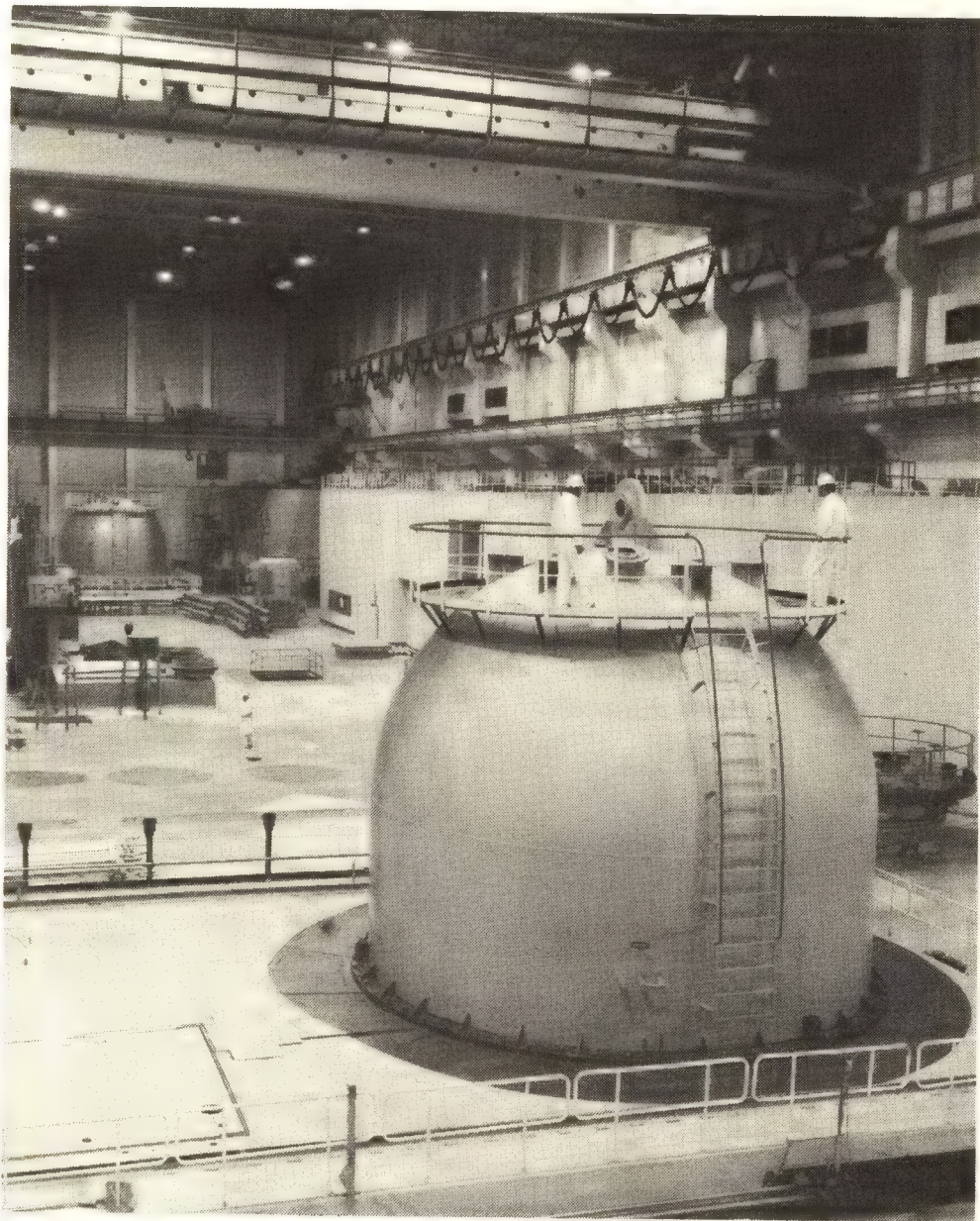
Н О Я Б Р Ь  
Издается с октября 1934 года

1981



Огромен фронт современной науки, и на всех его участках — от социологии до космологии, от молекулярной генетики до ядерной физики — ведутся интенсивные исследования, углубляется понимание законов природы и сложных общественных процессов, добываются знания, которые, как это было во все времена, делают человека более сильным. В нашей стране научные исследования и достижения науки, как нигде в мире, привлекают общественное внимание, занимают важное место в сфере человеческих интересов. Это, конечно, прежде

всего связано с той первостепенной ролью, которую Коммунистическая партия отводит науке как важнейшему фактору социального и экономического прогресса. Значение науки, ее связь с задачами и целями советских людей четко отражены в словах Леонида Ильича Брежнева: «Только на основе ускоренного развития науки и техники могут быть решены конечные задачи революции социальной — построено коммунистическое общество». Намечая пути развития страны в нынешней пятилетке, а также на более далекую перспективу до 1990 года,





# НАСТУПАЮЩАЯ

Вице-президент АН СССР  
академик Е. ВЕЛИХОВ.

Двадцать шестой съезд партии уделит серьезное внимание развитию науки, отметив, что оно должно быть подчинено решению экономических и социальных задач советского общества.

Среди названных в документах XXVI съезда КПСС важнейших научных проблем, на которых должно быть сосредоточено внимание, немало прямо или косвенно связанных с успехами теоретической и экспериментальной физики. Здесь и классические теперь области, такие, как физика элементарных частиц и атомного ядра, физика твердого тела, оптика, квантовая электроника, радиофизика, и отрасли, непосредственно развивающиеся на основе физических исследований, такие, как ядерная энергетика, преобразование и передача энергии, микроэлектроника, вычислительная техника, и области, использующие достижения физики в какой-то мере, иногда, кстати, в значительной, например, биофизика, геофизика, машиностроение, космонавтика, материаловедение, комплексное использование сырья, охрана природы, климатология, агрофизика, приборостроение и многие другие.

Подобная универсальность физики, ее важная роль в развитии многих, если не всех естественных наук и большинства областей техники — есть исторически сложившаяся реальность, причем вполне объяснимая: физика исследует процессы и структуры, из которых формируется все то, что изучают и используют химия, биология, техника, природоведение. Это, бесспорно, накладывает особую ответственность на физиков и в то же время привлекает к их работе внимание самого широкого круга специалистов, которым не просто хочется, а нужно, необходимо знать, что происходит в многочисленных областях физических наук.

Физика — наука наступающая. Трудно, пожалуй, найти такую ее область, где наблюдался бы многолетний застой, не было бы заметного продвижения. Из-за этого нельзя, конечно, в одном обзоре отметить все победы, все успехи физических наук последнего времени и можно лишь попытаться несколькими штрихами обрисовать ситуацию на некоторых участках научного фронта, из числа тех, где сейчас наблюдается особая активность.

Если попытаться несколькими штрихами обрисовать нынешнюю ситуацию на тех участках огромного научного фронта, где

Еще несколько десятилетий назад атомная физика была довольно скромной областью поисковых фундаментальных исследований; сегодня ее научные результаты широко используются практикой, прежде всего энергетикой. Только в нашей стране работают, строятся или уже готовятся вступить в строй десятки атомных электростанций, на их долю придется примерно 15 процентов электроэнергии, которая будет вырабатываться в конце пятилетки. На снимке: реакторный зал 3-го и 4-го блоков Нововоронежской атомной электростанции, ее мощность вдвое превышает мощность Днепродзеса.

ведет наступление физика, то прежде всего, видимо, нужно вспомнить о физике высоких энергий. Эта область сама по себе очень велика, главные ее интересы — глубинное строение материи, физические законы микромира, структура вещества, то есть все то, что принято объединять интригующим вопросом «Из чего сделан наш мир?».

Еще лет 10—15 тому назад представлялось, что чем глубже мы проникаем в вещество, чем детальнее видим его, так сказать, устройство, тем больше наблюдаем фрагментов какого-то беспорядка, наблюдаем хаос, которому дали название «кипящий вакуум». Связано это с тем, что, когда вы уменьшаете масштабы наблюдаемого пространства, уменьшаете масштабы времени, а это делается с помощью все более совершенных ускорителей, где частицы разгоняют до все более высоких энергий, то видите рождение большого количества новых частиц и новые состояния известных. С ростом энергии их становится все больше и больше, и создается впечатление, что, углубляясь в микромир, мы видим все меньше и меньше порядка. Но в последние годы выяснилось — сначала это было установлено теоретически, а затем подтверждено в экспериментах на ускорителях, что на самом деле есть в микромире порядок и есть совершенно определенная внутренняя, очень красивая и, по существу, очень простая симметрия — симметрия, которая привела к современной кварковой модели строения элементарных частиц. И хотя сами кварки выделить и увидеть не удается — такова, видимо, природа вещей, — физики, и экспериментаторы и теоретики, которые работают в этой области, достаточно уверены в существовании кварков. Кварковые модели являются основой стройной теории — квантовой хромодинамики, — в активе которой уже немало выводов, подтвержденных экспериментом. А это, конечно, есть важнейший фактор, определяющий достоверность теории. Причем у квантовой хромодинамики нет никакой убедительной альтернативы, нет сколько-нибудь стройной теоретической концепции, которая исходила бы из того, что вещество образовано не из кварков, а как-то иначе.

В «элементарных» частицах, которые состоят из кварков, сами кварки связаны какими-то обменными процессами, переносчики такого межкваркового взаимодействия — глюоны, еще один новый класс частиц. Причем силы, действующие между кварками, для нас совершенно непривычны — они не ослабевают с расстоянием. Именно поэтому нельзя оторвать один кварк от другого, нельзя наблюдать изолированные кварки. Если даже огромная порция внешней энергии растащит пару кварков на заметное в масштабах микромира расстояние, то каждый из компонентов этой пары, каждый кварк мгновенно до-





будет себе другой кварк или антикварк и, объединившись с ним, родит элементарную частицу, в частности мезон (все мезоны — двухкварковые частицы, барионы — трехкварковые). Экспериментаторы наблюдали подобные процессы по их конечному продукту — по мезонным струям, которые в разных конкретных экспериментах можно было надежно интерпретировать как продукт кварковых и глюонных струй.

Эти убедительные подтверждения достоверности кварковых моделей вселяют большой оптимизм не только в той части, что найдены новые «кирпичи» мироздания, что мы поднялись или, если более строго, опустились еще на одну ступень в понимании конструкций микромира. Теперь мы, кроме того, с оптимизмом смотрим еще и на возможность объединения всех известных в природе сил, о чем мечтали выдающиеся физики нашего века. Сегодня известны четыре класса сил, четыре вида физических взаимодействий: гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное. Сейчас уже как некая реальность обсуждается возможность двух постепенных, как их называют, сверхобъединений, гранд-объединений, возможность открытия единой природы сначала трех, а затем и всех четырех сил. Сразу даже представить себе трудно, как много может дать четкое понимание единства всех сил, природы, каким большим продвижением вперед это будет и в части нашего миропонимания и, видимо, в части управления природными процессами, практического их использования. Вспомните — именно открытие единой природы электричества и магнетизма принесло человечеству такие блага, как крупномасштабное использование электроэнергии, а вместе с этим электрическое освещение, электродвигатели, ставшие основой удобного транспорта и моторизованной промышленности, а также телефон, радио, телевидение, звукозапись.

Фундаментальные исследования в области физики твердого тела стали основой современной полупроводниковой электроники и, в частности, технологии больших интегральных схем. Здесь на фоне монеты в одну копейку вы видите интегральную схему одного из отечественных микрокалькуляторов, где на кремниевом кристалле размером  $5 \times 5$  мм сформировано около 20 тысяч электронных компонентов. Советскими специалистами созданы интегральные схемы с числом компонентов в кристалле около миллиона — это примерно в 400—500 раз больше деталей, чем в цветном телевизоре.

В обсуждении возможностей экспериментальной проверки идей великого объединения просматриваются черты, характерные для всей физики в целом, — поиск реалистичных, конструктивных путей решения задач, которые на первый взгляд представляются неразрешимыми. Дело в том, что объединение сильного взаимодействия с электромагнитным и слабым должно наблюдаться при энергиях порядка  $10^{15}$  ГэВ, это примерно в миллион миллионов раз больше, чем энергия в самых мощных современных ускорителях. Чтобы получить энергию, необходимую для такого объединения, нужно было бы построить ускоритель длиной в световой год. А объединение названных трех сил с гравитацией должно наблюдаться при энергии еще в 10 тысяч раз большей, при  $10^{19}$  ГэВ.

И вот появляются идеи проверки фрагментов теории при значительно меньших энергиях, хотя тоже весьма больших. Проектируются и строятся ускорители, в которых за счет нестандартных физических и инженерных решений будут получены рекордные энергии частиц. Так, в комплексе УНК, который создается в Серпухове в Институте физики высоких энергий и для которого всемирно известный серпуховской ускоритель на 70 ГэВ будет служить инжектором, энергия ускоренных частиц достигнет 3000 ГэВ при огромных, но все же вполне реалистичных размерах ускорительного кольца (диаметр — 20 км). В Новосибирском институте ядерной физики, где в свое время академик Г. Будкер предложил идею ускорения и столкновения встречных пучков, одну из самых плодотворных в ускорительной технике, сейчас идет работа над проектом машины, где встречные пучки электронов формируются уже не в кольцах, а в линейных ускорителях. Переход к линейным ускорителям сверхвысоких энергий связан, разумеется, с массой проблем, но он позволит избавиться от синхротронного излучения, которое для ускорителей электронов оказывается фактором, ограничивающим энергию частиц.

Как известно, синхротронное излучение возникает при движении электронов по ускорительному кольцу в магнитном поле, которое искривляет траекторию частиц. При этом чем выше скорость частиц, тем большая часть переданной им энергии превращается в синхротронное излучение. И может, наконец, наступить такая ситуация, когда энергия, передаваемая электроном, растет, а их собственная энергия почти не увеличивается — практически все забирает синхротронное излучение.



Советские астрофизики предложили метод создания межконтинентального интерферометра — объединения радиотелескопов в единую систему. Сегодня на таких международных инструментах размером с земной шар достигнута рекордная разрешающая способность — десятитысячная доля угловой секунды. На рисунке — полученный в совместном эксперименте астрофизиков СССР, США, ФРГ, Англии и Швеции подробный «радио-портрет» квазара 3C 345, который находится почти на краю видимой Вселенной — на расстоянии 8 миллиардов световых лет.



Справедливости ради нужно вспомнить, что этот побочный продукт ускорения, это вредное для самой ускорительной техники излучение может делать массу полезных дел. По своей физической природе синхротронное излучение — это не что иное, как рентгеновские лучи, но только узконаправленные и значительно более мощные, чем можно получить от рентгеновских трубок. В таком излучении остро нуждаются многие области науки и техники — в биологии, например, оно используется для изучения структуры белковых молекул, в машиностроении и строительстве — для дефектоскопии, в микроэлектронике для рентгеновской литографии, позволяющей получать сверхбольшие интегральные схемы с деталями субмикронных размеров. Кстати, это уже размеры атомов (в частности атома водорода) в сильно возбужденном состоянии, у которых электроны могут находиться в десятки и сотни раз дальше от ядра, чем в спокойном, невозбужденном состоянии. Так что успехи микроэлектроники напоминают, что уже недолго, видимо, существует разрыв между микрофизикой и макрофизикой, который, как считалось, фундаментально разделяет эти огромные области.

Вернемся, однако, к нашей первой теме. Сейчас физики думают о том, как осуществить экспериментальную проверку идеи великого объединения, так сказать, обходным маневром, в экспериментах, не связанных с получением гигантских энергий ускоренных частиц. В числе таких экспериментов — проверка стабильности протона.

Один из выводов теории говорит о том, что протон не есть абсолютно стабильная частица, как это сейчас представляется, что протон должен распадаться в среднем за время  $10^{29}$  —  $10^{30}$  лет. Если бы удалось обнаружить, что это действительно так, что протон действительно нестабилен, то многие важные выводы квантовой хромодинамики, касающиеся, в частности, единой природы всех взаимодействий, можно было бы считать доказанными. Человеку непосвященному этот способ экспериментальной проверки может показаться даже недостойным обсуждения — как действительно можно проверить, распадается ли частица за  $10^{29}$  лет, если возраст Вселенной всего  $10^{10}$  лет? Для физики же постановка задачи вполне корректна — речь идет о среднем времени распада, и поэтому достаточно наблюдать массив из  $10^{29}$  протонов и установить, что за год один из них распался. Или наблюдать  $10^{31}$  протонов и зарегистрировать 100 распадов в год.

Это, конечно, экспериментальная задача, мягко говоря, не простая, речь идет о том, чтобы в тоннах наблюдаемого вещества обнаружить единичные акты распада и при этом застраховаться от разного рода помех, от распадов, вызванных не внутренними процессами в протоне, а какими-либо внешними воздействиями. И все же экспериментальная проверка нестабильности протона отнесена к числу осуществимых экспериментов, их уже, кстати, начали готовить на Баксанской нейтринной станции ФИАН (Физического института Академии наук).

На протяжении многих десятилетий, а особенно в последние годы все более крепкой, многогранной и плодотворной становится связь фундаментальной земной физики с астрофизикой. И это вполне естественно, закономерно. По мере того как астрофизика глубже, детальнее исследует космос, мы получаем возможность в этой гигантской лаборатории проверять свои представления о природе вещей и, наоборот, на основе явлений, обнаруженных в далеких районах Вселенной, формировать и разрабатывать фундаментальные физические теории. Астрофизика это не только крупнейшее самостоятельное направление науки о мире, в котором мы живем, но еще и, так сказать, по совместительству важнейший раздел ряда других областей физики, прежде всего физики высоких энергий. Кстати, такое взаимопроникновение, переплетение сфер исследования, общность основных представлений, полученных результатов, изучаемых объектов характерны для всей физики в целом и для современной науки вообще.

Подобная интеграция в самых разных ее проявлениях наверняка привлекает внимание каждого культурного человека, воспринимается как примета времени, характерная черта научно-технической революции. Но даже с учетом этого взаимопроникновение и взаимосвязь физики и космологии хочется выделить особо — это союз, дающий нам совершенно новые силы и возможности миропонимания.

Главные наши знания об устройстве и истории Вселенной — это есть некий синтез наблюдательных данных и фундаментальных физических представлений. Так, например, обнаружение пульсаров — источников импульсного радиоизлучения, которое даже его открывателям долго казалось чем-то мистическим, загадочным, после детальных наблюдений и глубокого теоретического анализа привело к модели быстро вра-



щающейся нейтронной звезды. Ее магнитное поле формирует из потоков заряженных частиц своего рода антенны, которые, вращаясь вместе со звездой, «стреляют» в наблюдателя импульсами радиоизлучения. Открытие слабого и равномерно заполняющего всю Вселенную так называемого реликтового радиоизлучения, оставшегося с древнейших времен, подтвердило правильность наших представлений о начальной стадии расширения Вселенной. Уже одно то, что сегодня удается воссоздавать процессы, которые шли много миллиардов лет назад и с которых начиналось развитие Вселенной в нынешнее ее состояние, уже один этот факт, если вдуматься, говорит о том, какой могучей силой познания стала нынешняя физика.

Примером того, насколько сильно физические исследования влияют на наши представления о Вселенной, может служить определение массы нейтрино. Нейтрино с момента своего открытия (а точнее введения: нейтрино сначала было придумано теоретиками, а затем через много лет обнаружено в эксперименте) представлялось как частица с нулевой массой покоя, хотя, строго говоря, не было достоверных данных, что это именно так. Предварительные результаты многолетних работ, проведенных в Институте теоретической и экспериментальной физики, свидетельствуют о том, что масса покоя нейтрино не равна нулю. По предварительным данным, она составляет 20—30 эВ (электрон-вольт). Это, конечно, очень малая величина, она примерно в 20 тысяч раз меньше, чем масса такой легкой частицы, как электрон, и в 40 миллионов раз меньше массы протона.

И вот, несмотря на такую невероятную легкость, нейтрино с массой покоя, отличной от нуля, оказалось в центре внимания астрофизиков. Подсчеты показали, что в целом ряде звездных скоплений разного ранга (сегодня мы знаем не только скопления звезд — галактики, но еще и скопления галактик — сверхскопления) не сходится динамический баланс: если, измерив скорость звездных скоплений, подсчитать их кинетическую энергию, то она окажется заметно больше, чем должно быть с учетом видимой массы. Иными словами, видимой массы этих объектов просто недостаточно для того, чтобы гравитационное притяжение тел, препятствующее их разлету, удерживало движущиеся объекты в их скоплениях. А это значит, что в движении объектов участвует некая скрытая масса. Вполне вероятно, что ее образуют именно нейтрино — их во Вселенной должно быть очень много, и суммарная масса этих легких частиц может даже быть значительно больше массы небесных тел, межзвездного газа, пыли и т. п. В этом последнем случае по-новому представляется и весь процесс расширения Вселенной в будущем. Расширение уже не может быть беспределным, как предполагает модель, построенная без учета скрытой массы, а через какое-то время оно должно смениться обратным процессом — сжатием.

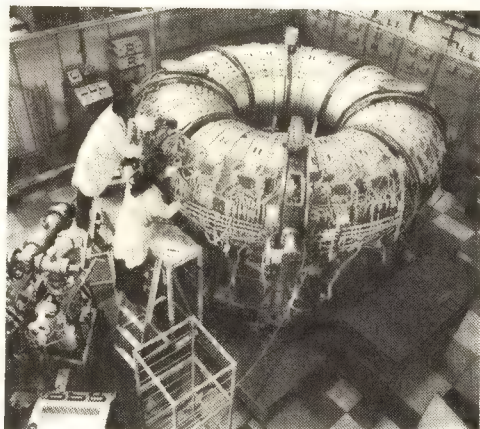
На примере астрофизики наглядно видно, как много значат в науке измерения, совершенство измерительных приборов и методов. Всю жизнь астрономы наблюдали звездный мир сквозь довольно узкое оптическое окно, прикрытое еще к тому же атмосферой. А за несколько последних десятилетий были созданы приборы для наблюдения неба в радиодиапазоне, в инфракрасных, ультрафиолетовых, рентгеновских и гамма-лучах — диапазон наблюдаемых частот (длин волн) по сравнению с видимым светом расширился на 12—14 порядков, то есть в тысячи миллиардов раз. Всеволновая астрономия не только дала дополнительную информацию о видимых в оптике объектах, но и показала нам объекты, которые в световом диапазоне с Земли незаметны. Причем появились совершенно новые инструменты наблюдений, такие, например, как межконтинентальные радиоинтерферометры с разрешающей способностью в десятки доли угловой миллисекунды. Имея оптический прибор с таким разрешением, мы могли бы из Москвы видеть предметы миллиметровой величины, находящиеся в Ташкенте. С помощью интерферометров высокого разрешения был, кстати, замечен далекий звездный объект, вокруг которого на расстоянии порядка 1 а. е. (астрономическая единица — расстояние от Земли до Солнца, то есть 150 млн. км) обнаружены водяные пары, что дает право думать о некотором подобии Солнечной системы.

Предложенная в Институте космических исследований методика объединения радиотелескопов в большие межконтинентальные системы давно получила мировое признание, и уже много лет лучшие инструменты разных стран в совместных экспериментах добывают ценнейшую информацию об астрофизических объектах, в том числе расположенных у самого горизонта видимой Вселенной. Серьезных успехов добилась в последние годы и гамма-астрономия, достаточно вспомнить выполненные довольно скромными средствами работы ученых Ленинградского физико-технического института, поставивших оригинальный космический эксперимент на межпланетных станциях и получивших обширные данные о вспышках, всплесках гамма-излучений. Сейчас источники таких всплесков довольно надежно отождествляют с нейтронными звездами, а еще совсем недавно гамма-всплески относили к таинственным явлениям Вселенной.

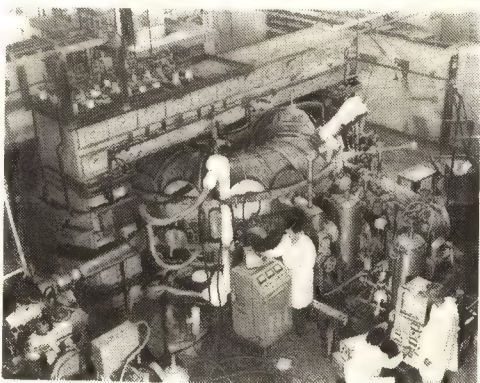
В ближайшие несколько лет, вероятно, станет реальностью использование еще одного источника информации о событиях, происходящих в космосе, — гравитационных волн. Теория относительности утверждает, что гравитационные волны должны существовать, однако реально их еще пока никто не регистрировал. Дело в том, что излучение гравитационных волн — процесс с очень низкой эффективностью, и трудно себе представить лабораторные установки, мощность которых была бы достаточной для излучения даже очень слабых едва уловимых гравитационных волн.



Много лет физики ведут наступление на проблему управляемого термоядерного синтеза, сохраняя уверенность, что, несмотря на все трудности, она будет решена и человечество получит неисчерпаемый, по сути, источник энергии. В нашей стране термоядерные исследования проводятся в нескольких научных центрах: Москвы, Ленинграда, Харькова, Новосибирска. На снимке некоторые исследовательские установки одного из крупнейших мировых центров термоядерных исследований — Института атомной энергии имени И. В. Курчатова. Вверху — монтаж сверхпроводящей магнитной системы на установке «Токомак-7», ниже — смонтированная установка «Токомак-7» во время исследований. На третьем снимке установка «Огра-4», где изучают открытые магнитные ловушки, и на нижнем снимке один из блоков установки «Ангара-5», создаваемой для сжатия микроионной мощными электронными пучками.



Очень мощные генераторы гравитационных волн должны быть в космосе — эти волны появляются, в частности, при взрывах сверхновых звезд и иных космических событиях с мощной энергетикой. Но такие источники находятся далеко, и расчеты показывают, что гравитационное излучение, добравшееся до Земли лишь на  $10^{-18}$  —  $10^{-19}$  см, может раскачать гравитационную антенну (это большое тело, которое под действием упавшей на него гравитационной волны начинает сравнительно медленно, с частотой в несколько килогерц колебаться).

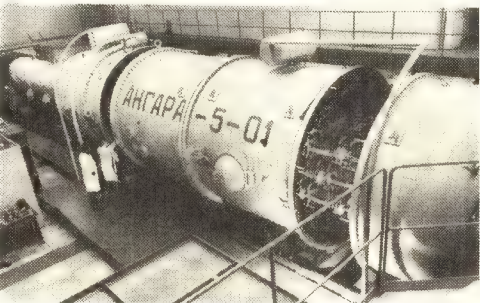


Регистрация механических колебаний со столь малой амплитудой может показаться нерешаемой задачей — нужно замерить «размах» колебаний, который в сто тысяч раз меньше атомного ядра. И здесь мы видим еще один пример типичной реакции физика на неразрешимую задачу — в Московском университете создана установка, которая уже надежно регистрирует механические колебания с амплитудой около  $10^{-17}$  см. Одновременно университетские физики совместно с Институтом кристаллографии ведут работу по совершенствованию гравитационных антенн, и можно надеяться, что еще одна неразрешимая задача — прием гравитационного излучения из Вселенной — будет все же решена.

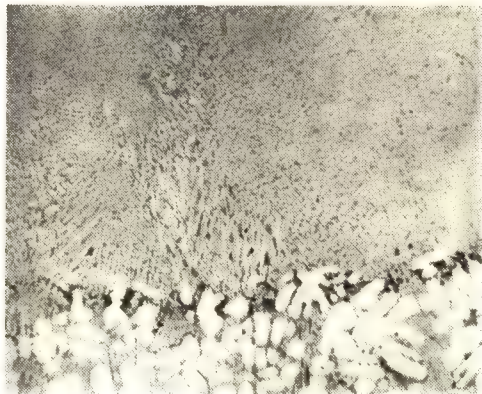
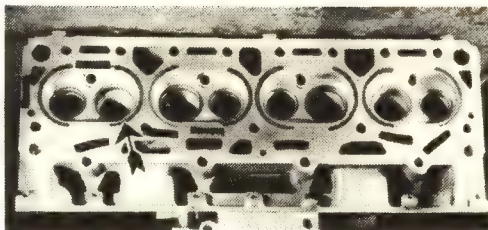


**А**строфизика, физика высоких энергий, как и ряд других направлений физики, — это, образно говоря, передовые силы науки в ее наступлении на неизвестность. Эти области научных исследований закладывают фундамент наших знаний о мире, и именно поэтому их называют фундаментальными, базовыми. Главная задача фундаментальной физики — как можно более глубокое познание природы вещей, зачастую без каких-либо конкретных расчетов на практическую полезность добытой информации, без выдавания авансов технике, промышленности. Истина, глубокое понимание природы физических процессов, их закономерностей — вот бесценный продукт, добываемый фундаментальной физикой.

И в то же время опыт учит, что не бывает фундаментальных знаний, добытых без пользы, что на их основе всегда вырастают новые области прикладной физики, а затем и новые области техники, техноло-







гии, дающие человеку существенные блага, делающие его более сильным. Вспомните, например, начавшиеся на заре нашего века исследования атомного ядра, которыми поначалу занимались несколько десятков физиков, пожелавших узнать, что из чего состоит. Знания, полученные в этих исследованиях, открыли человечеству принципиально новый путь к столь огромному богатству, как энергия. До становления ядерной физики человек, как и его далекий предок, был просто собирателем, он удовлетворял свои энергетические аппетиты только тем, что накопила, разумеется, в ограниченном количестве природа. И лишь сейчас открываются возможности активного добывания энергии, пока используя ядерные реакции деления, а вскоре и термоядерные реакции, что должно навсегда исключить из нашего лексикона такие словосочетания, как «энергетический кризис» или «энергетический голод».

А вот другой пример. Фундаментальные исследования в области физики твердого тела сделали реальною современную полупроводниковую микроэлектронику. Примечательно, что изобретатели натолкнулись на возможность создания полупроводниковых приборов довольно давно: в частности, еще в тридцатые годы нижегородский радиоинженер О. Лосев создал первые полупроводниковые усилители и генераторы. О его работах был широко оповещен мир, у крупнейших радиотехнических лабораторий появилась возможность развивать полупроводниковую технику. Однако процесс этот задержался почти на два десятилетия: еще не было в то время фундамента для становления полупроводниковой электроники. Она стала возможной лишь после того, как были детально изучены и глубоко поняты

Содружество Института атомной энергии имени И. В. Курчатова и Московского автомобильного завода имени И. А. Лихачева отметили интересными результатами по использованию мощных лазеров в различных технологических процессах. На верхнем снимке — головка блока цилиндров серийного автомобильного двигателя, где в небольших областях (одна из них отмечена стрелкой) проведено упрочнение металла кратковременным лазерным облучением. Такая обработка меняет структуру поверхностного слоя металла (нижний снимок), делает его значительно более прочным, устойчивым к коррозии и в итоге продолжительность работы головки блока возрастает более чем в два раза.

тонкие и сложные физические процессы в твердом теле.

Сегодня, изменяя тонкими технологическими методами физические свойства микроскопических участков полупроводника и формируя таким образом невидимые глазу детали, создают интегральные схемы, где в кристалле размером с клеточку арифметической тетради размещаются десятки и даже сотни тысяч сложным образом соединенных элементов. Сейчас это элементы микронных размеров, но уже идет речь о субмикронной технике. Один из движущих факторов — увеличение быстродействия электронных устройств, в частности, вычислительных, работа со все более кратковременными сигналами. Дело в том, что даже такой рекордно быстрый переносчик информации, как электрический сигнал, распространяющийся, как известно, со скоростью света, начинает запаздывать, если не принять мер к уменьшению расстояний, которые он должен пройти. Так, например, существуют приборы, где циркулируют импульсы длительностью порядка 10—20 пикосекунд; двигаясь со скоростью света, они за время своего существования проходят расстояние всего 3—6 миллиметров; размеры прибора должны быть еще меньше, если мы не хотим иметь запаздываний сигнала, соизмеримых с его длительностью.

Дальнейшее уменьшение размеров интегральных схем требует радикального обновления технологии и в то же время решения ряда серьезных чисто физических проблем. Электроника постепенно движется к ангстремным масштабам деталей схемы, а возможно, и к молекулярным структурам, чем-то уже напоминающим структуры биологические, сохраняя при этом одно из главных своих достоинств — очень технологичное массовое автоматизированное производство сложнейших электронных блоков.

Из физики твердого тела выделяется сейчас важное самостоятельное направление фундаментальных и прикладных исследований — физика поверхности. Уже довольно давно изучены объемные свойства кристаллов, аморфных твердых тел, жидкостей, а сейчас мы подошли к изучению свойств, как принято говорить, чистой поверхности. В значительной мере эта возможность определилась успехами научного приборостроения — теперь можно с разрешением порядка ангстрема изучать структуру поверхности, распределение на ней химических элементов. Можно, напри-



мер, видеть, как та или иная молекула садится на поверхность катализатора, каким образом с ним соединяется, можно в деталях видеть, как происходит коррозия, как, например, между зернами металла просачиваются те или иные вещества — и те, что разрушают металл, и те, что защищают его.

При этом обнаруживаются удивительные вещи. Выясняется, например, что коррозионную стойкость металла могут резко повысить ничтожные количества некоторого вещества, в сто раз меньшие, чем нужно, чтобы покрыть всю поверхность металла мономолекулярным слоем. Есть основания полагать, что глубокое понимание процессов, происходящих на поверхности, может открыть новые возможности для многих областей техники и технологии, в том числе химической. Но речь идет именно о глубоком понимании процессов, их детальном теоретическом и экспериментальном изучении. Здесь ситуация чем-то напоминает то, что было с полупроводниковой электроникой, — новая область техники может появиться лишь на фундаменте физических исследований.

Еще одна область физики, которая произведет, и даже уже производит, революционные преобразования в технике, — это квантовая электроника. Ее наиболее известное детище — лазер — дает мощный и концентрированный поток электромагнитного излучения, в частности в оптическом или инфракрасном диапазонах. Лазерный луч — переносчик энергии, и в этом своем качестве может сделать много разных полезных дел: плавить или сваривать металл, закалять его поверхность, резать, нагревать, сверлить отверстия и т. п. Однако от всех других инструментов энергического воздействия на вещество лазерный луч отличается тем, что энергия в нем находится в особо упорядоченном состоянии, в виде когерентного (согласованного) монохромного (одночастотного) излучения. С этим связаны специфические механизмы взаимодействия лазерного луча с веществом и некоторые невоспроизводимые иными способами эффекты. Здесь хочется провести такое сравнение, может быть, не очень точное, но зато образное: воздействие лазерного луча можно сравнить с музыкой, с определенным образом упорядоченными звуковыми волнами, которые в отличие от скрежета и шума совершенно по-особому воздействуют на человека.

Воздействуя лазерным излучением на вещество, можно получать совершенно новые его свойства, например, получать новую структуру поверхности, значительно более твердую, а часто иного химического состава — за малое время, в течение которого лазерный луч расплавляет тончайший поверхностный слой, не успевают пройти процессы сегрегации, процессы разделения фаз, не успевают вырасти кристаллические зерна. Лазерной обработкой удавалось, в частности, получать поверхностный слой металла не в кристаллическом, а в стеклообразном, аморфном состоянии, а

такая поверхность устойчива к коррозии, которая обычно распространяется по границам зерен.

Конструкторам и технологам многих областей, прежде всего машиностроения, еще предстоит оценить достоинства многообразных лазерных методов обработки материалов. Примерно 20 лет назад в Институте физики высоких давлений были созданы первые искусственные алмазы, и это послужило началом становления в стране промышленности искусственных алмазов, которые, в свою очередь, революционизировали металлообработку. Подобно этому, сейчас пришло время создания лазерной обрабатывающей промышленности, которая, кстати, во многих случаях будет успешно конкурировать с алмазной обработкой материалов.

Лазер, прибор, родившийся в физической лаборатории, можно смело назвать детищем квантовой механики, которая была в свое время одним из наиболее абстрактных разделов физики. На примере лазера особенно хорошо видно, как фундаментальная физика, добившись успеха, развивает его в прикладных направлениях и как абстрактные, казалось бы, физические идеи превращаются в работающие на человека приборы. Сегодня диапазон практического применения лазеров огромен — от глазной хирургии до точнейшего измерения космических расстояний, от больших телевизионных экранов до геодезии. Все эти области даже перечислить трудно, но о двух хочется сказать, хотя бы очень коротко.

Первая — спектроскопия. Используя лазер с плавно изменяемой частотой (кстати, было время, когда само изменение частоты лазера считалось принципиально невозможным, первые лазеры работали на строго фиксируемой частоте, которую определял тип излучающего материала), можно нащупать резонанс с энергетическими уровнями облучаемого вещества. А определив по резонансным частотам эти уровни, можно судить о том, с каким именно веществом мы встретились и в каком состоянии оно находится. Совершенство метода, развиваемого в Институте спектроскопии совместно с Ленинградским институтом ядерной физики, доведено практически до предела — удается прощупывать отдельные атомы, определять их состояние за очень короткое время, в частности в процессе радиоактивного распада. Высокая чувствительность лазерных спектроскопов конкурирует с легендарной способностью собаки различать запахи. И есть основания считать, что такие приборы найдут разнообразное применение, например, для поиска нефти и газа и наверняка для контроля за чистотой окружающей среды.

И еще, конечно, лазерная спектроскопия должна оказаться ценным инструментом для теоретической и практической химии — дополняя, а в чем-то перекрывая другие спектроскопические методы, она может многое рассказать о деталях химических превращений, в частности, показывать



подробно, поэтапно, как протекает реакция во времени. Уже ушла в историю традиционная химия, когда что-то смешивали в колбе, изучали конечный продукт и, фантазируя, домысливали, как мог идти процесс. Теперь химик хочет знать анатомию реакции, точнее, ее физиологию, хочет знать, что, когда и как происходило на молекулярном и атомном уровне,—именно такие знания, добываемые, как правило, совершенными физическими приборами, открывают путь к созданию новых материалов и эффективных химических процессов.

Вторая область, о которой хочется сказать несколько слов,—лазерное разделение изотопов. Идея здесь, в общем, та же, что и в спектроскопии,—изменяя частоту излучения в смеси изотопов, нащупывают резонанс с атомами строго определенной массы, то есть с одним из изотопов. Затем эти атомы определенным образом помечают и отделяют от других. Разделение изотопов, в частности изотопов урана 235 и 238, было одной из самых трудных проблем атомной промышленности. Проблема эта решалась сложными традиционными методами, как правило, в крупных промышленных установках. Лазерные методы открыли в этой области принципиально новые возможности, причем для выделения нужных изотопов большого многообразия веществ. Это очень ценно, в частности в связи с большим вниманием, которое привлекают сейчас стабильные изотопы—именно стабильные, а не радиоактивные, сигнализирующие о своем присутствии постепенным распадом, то есть не всегда уместным радиоактивным излучением. Стабильные изотопы, если научиться их получать в достаточных количествах и точно детектировать, могут заменить радиоактивные «метки» во многих областях исследований, в частности в медицине, биологии, химии. В связи с этим приятно отметить, что совместными усилиями Института спектроскопии и Института атомной энергии в Грузии создана первая и пока, кажется, единственная в мире небольшая фабрика по лазерному разделению изотопов, которую наверняка со временем будут называть первенцем мощной лазерно-изотопной промышленности.

Любой, даже самый беглый экскурс в сферы интересов современной физики не может обойти вниманием проблемы получения и использования энергии. Необходимо, например, вспомнить работы, связанные с созданием эффективных фотоэлементов, которые могли бы стать основой наиболее чистой солнечной энергетики. Долгое время кпд фотоэлемента находился в районе 5 процентов, затем его подняли до 8—10, а сейчас существуют полупроводниковые структуры, в частности, созданные и разрабатываемые в Ленинградском физико-техническом институте многокомпонентные гетероструктуры, где кпд поднят почти до 30 процентов, а в перспективе достигнет 40. Кроме того, усилия ленинградских физиков направлены на созда-

ние фотоэлементов не из кристаллического, а из значительно более дешевого аморфного кремния. Все это фундаментальные работы, глубокие исследования в области физики твердого тела, но цели у них вполне конкретные—электростанции, например, в пустынных районах, где с площади в несколько квадратных километров снимается энергетический урожай, достаточный для среднего города. Крупномасштабная солнечная энергетика многим специалистам представляется, и, возможно, не без оснований, делом далекого будущего. Однако есть область, где уже сегодня широко используются солнечные электростанции, созданные на основе достижений физики полупроводников. Это установки, обеспечивающие электропитание космических аппаратов, и прежде всего долговременных орбитальных станций, телевизионных ретрансляторов, метеорологических спутников, межпланетных лабораторий.

Надежды на энергетическое изобилие вот уже несколько десятилетий связаны с возможностью зажечь на Земле рукотворное и надежно управляемое мини-солнце—использовать энергию, выделяющуюся при синтезе, соединении ядер водорода, их превращении в ядро гелия. Любопытно, что возможность получения энергии из этой термоядерной реакции была понята на несколько лет раньше, чем возможность использования энергии, выделяемой при делении ядер урана. Но вот урановые реакторы уже много лет работают, их вклад в энергетику с каждым годом резко возрастает, а энергию синтеза водородных ядер, как ее называют, термоядерную энергию, термояд, пока реально использовать не удается.

История термоядерных исследований сама по себе достойна внимания, в ней можно найти немало интересного, поучительного. Увидеть, в частности, как природа последовательно ставила на пути физиков одно сложное препятствие за другим и как у исследователей находились силы и, если хотите, мужество, чтобы эти нескончаемые препятствия преодолевать. Сейчас работы ведутся в двух основных направлениях: на установках с магнитным удержанием высокотемпературной плазмы—в токамаках и стелараторах—и в так называемых инерциальных системах, где микроскопические порции горючего должны непрерывно подаваться в реактор и нагреваться до необходимых сотен миллионов градусов за счет сильнейшего сжатия с помощью мощных лазерных лучей, электронных или ионных пучков. Естественно, что специалисты, работающие на каждом из этих направлений, лучше других видят его достоинства, и не исключено, что в будущем будут мирно сосуществовать термоядерные установки с реакторами разных типов. Но сегодня, пожалуй, больше других продвинулись к заветной цели, к самоподдерживающейся термоядерной реакции, токамаки—установки, родившиеся в нашей стране и ныне широко развиваемые во всем мире. В частности, в нескольких странах проектируются или уже начали создаваться доста-



точно большие токамаки, в которых можно будет осуществить зажигание термоядерной реакции, для начала не с целью получения энергии, а с целью исследования этого процесса. Пока же на токамаках идет уточнение ряда важных деталей, идет подготовка к постройке больших реакторов.

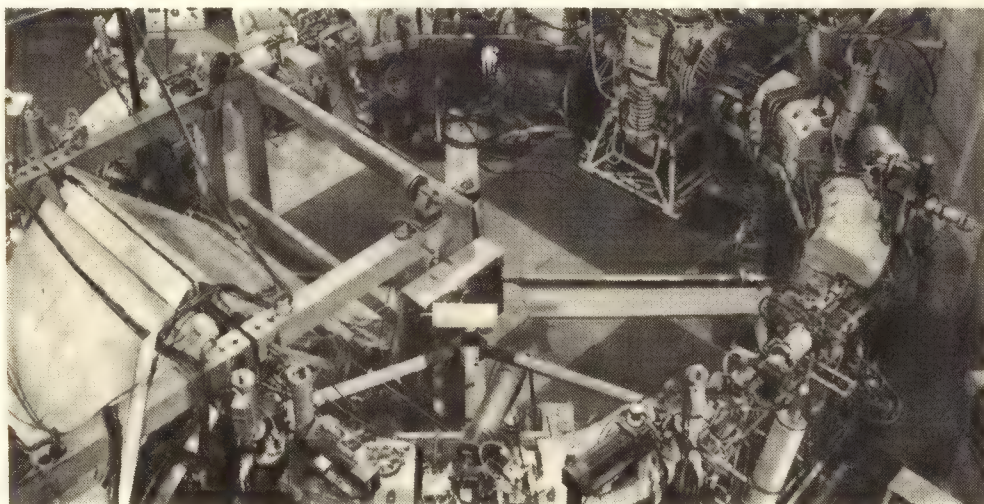
Весьма интересные результаты получены, в частности, в Институте атомной энергии имени И. В. Курчатова на установке Токамак-7, где впервые использованы сверхпроводящие магнитные системы. Нужно сказать, что пуск этой установки ожидался с некоторым трепетом — очень хотелось знать, насколько устойчиво она будет работать. Оказалось, что Токамак-7 работает устойчиво, надежно, его непрерывно эксплуатируют месяцами, включают для проведения исследований на целый день без перерывов, в то время как более ранние машины таких масштабов включались для кратковременных экспериментов на считанные секунды — за счет сверхпроводящих магнитов Токамак-7 несравненно экономичнее своих предшественников. Надежность установки, которую можно считать прообразом реального реактора, вселяет оптимизм в части возможностей создания термоядерных электростанций. Хотя, конечно, главный источник оптимизма — полученные на токамаках параметры плазмы уже достаточно близкие к тем, что должны обеспечить непрерывную реакцию с выделением энергии.

Можно предположить, что термоядерный реактор на основе токамака будет работать или непрерывно, или многоминутными циклами с примерно секундными перерывами для выполнения некоторых вспомогательных операций. Чтобы получить устойчивую самоподдерживающуюся реакцию, которая будет выделять больше энергии, чем потребляет установка, нужно получить достаточно плотную водородную (точнее, дейтерий-тритиевую) плазму, то есть само термоядерное горючее, и удерживать ее достаточно длительное время без заметного

снижения начальной температуры. Сейчас на разных установках получены параметры, довольно близкие к требуемым, но получены они, так сказать, раздельно, не комплексно. Если, например, температура близка к термоядерной, то при этом плотность плазмы или время сохранения нужной температуры в несколько раз меньше, чем требуется. Уже само это «в несколько раз меньше» огорчительное, видимо, для человека непосвященного, говорит о заметном прогрессе физики — еще не так давно параметры плазмы в токамаках в сотни и даже в тысячи раз отличались от того, что нужно для самоподдерживающейся реакции. Четыре группы исследователей сейчас создают установки, в которых они надеются получить весь необходимый комплекс параметров — в СССР, США, Японии и в объединении европейских стран. В то же время совместными усилиями этих групп по инициативе Советского Союза разработан проект крупнейшего международного токамака «Интор», который мог бы заметно превзойти не только существующие, но и проектируемые национальные установки, сделав, таким образом, важный шаг от физических экспериментов к первой экспериментальной термоядерной электростанции.

Интенсивно развиваются и работы по исследованию инерциальных систем, где энергию предполагается получать, так сказать, в пулеметном режиме — от непрерывной очереди термоядерных микровзрывов сильно сжимаемых микроскопических дейтерий-тритиевых мишеней, которые одна за другой поступают в реактор. Сейчас исследу-

Институт ядерной физики СО АН СССР — один из признанных мировых исследовательских центров в области физики высоких энергий. Здесь зародился принцип ускорителей на встречных пучках, вот уже много лет играющий важнейшую роль в изучении микромира. Сейчас новосибирские физики работают над созданием линейных ускорителей на встречных пучках, продолжая исследования на кольцевых ускорителях. На снимке — один из таких ускорителей, ВЭПП-2М, где сталкивают пучки электронов и позитронов.





ются три основные сжимающие системы для инерциальных установок — мощное лазерное излучение, интенсивные пучки электронов или ионов и сильные магнитные поля. Исторически раньше других начались работы в области лазерного термоядерного синтеза, причем здесь много интересных пионерских работ выполнено в ФИАНе, в Физическом институте имени П. Н. Лебедева. И естественно, что фиановским физикам пришлось исследовать сложные процессы взаимодействия излучения с мишенью, то есть ту чрезвычайно важную область, в которой еще и сегодня очень много неясного. Сейчас, пожалуй, общепризнано, что результаты, которые будут получены на инерциальных установках, определяются мощностью, вложенной в мишень. Судя по всему, это должна быть внушительная величина — примерно  $10^{14}$  ватта, то есть сто миллионов мегаватт. Как известно, увеличить мощность можно двумя путями — повышая энергию или уменьшая время, в течение которого она действует. Сейчас на всех трех направлениях — лазеры, пучки частиц и магнитные поля — получены довольно большие мощности, но получены они при разных соотношениях энергии и длительности импульса — в лазерных системах при сравнительно небольшой энергии и рекордно коротких импульсах, в системах с магнитным сжатием, наоборот — при большой энергии и довольно продолжительном импульсе и, наконец, в установках с пучками частиц, таких, например, как советская «Ангара». При некоторых промежуточных параметрах. При этом на всех трех направлениях ведутся работы, которые позволяют, видимо, уже в недалеком будущем получить необходимые мощности и, изучая принципиально важные особенности термоядерного микровзрыва, решить, какой из трех, как сейчас принято говорить, драйверов имеет решающее достоинство.

**Р**азмышляя об успехах и проблемах современной физики, о том, насколько исследования в этой обширной области продвигают вперед наши знания о мире, неизбежно обращаешься и к другим областям науки. Физика, исследуя наиболее фундаментальные, глубинные процессы и структуры материи, создает фундамент практически для всех отраслей естествознания и входит в эти области в виде таких, например, важнейших научных направлений, как биофизика, геофизика, химическая физика, металлофизика, радиофизика и др. Каждое из этих направлений достойно отдельного подробного обзора, и довольно трудно представить себе, как можно было бы объединить в журнальной статье даже короткие напоминания о них. Однако есть такая взаимодействующая с физикой область, о которой непременно следует сказать несколько слов. Речь идет о математике.

Так сложилось, что в сознании многих людей физика и математика связаны неразрывно, о чем свидетельствует, в частности, узаконенное словосочетание «физико-математический». Эта ситуация вполне

объяснима: исторически физика раньше других областей науки начала широко использовать математические методы, да и сама методология современной физики в огромной мере опирается на применение и даже на разработку математического аппарата. Но желание (а скорее даже потребность) сказать несколько слов о математике связано совсем не с этим, не с важной ролью, которую она играет в прогрессе физики. Побудительная причина — совершенно новый уровень математизации всей нашей научной и практической деятельности, на который мы поднимаемся с появлением доступных электронных вычислительных машин. Речь идет о необходимости во многих случаях изменить сам строй нашего мышления, о том, что нужно научиться более четко организовывать, алгоритмизировать свои рассуждения и размышления, с легкостью используя в них технику, особенно для выполнения рутинных вычислительных или логических операций. Коротко говоря, речь идет об определенной ломке нашей психологии — это процесс неизбежный и в то же время непростой, к нему надо привлекать внимание при каждом удобном случае.

Физика по самой своей природе — область фундаментальных исследований. Однако не было никогда в истории физики такого, чтобы она отгородилась стеной академизма от нужд практики, от запросов техники, химии, биологии и других областей, опирающихся на физические исследования. Сильная связь физики с практической деятельностью человека и в нынешнее время, особенно в нашей стране, где использование научных открытий всегда, без каких-либо исключений, согласуется с интересами общества и возведено в ранг государственной политики. Но, конечно же, поиск новых направлений использования результатов тех или иных фундаментальных работ, развитие прикладных исследований с учетом реальных интересов практики, передача научных достижений промышленности, то, что обычно называют внедрением, — все это области, в которых ученый всегда может изыскать резервы инициативы, творческой и деловой активности. Именно об этом напоминают нам слова Леонида Ильича Брежнева, произнесенные с трибуны XXVI съезда КПСС: «Страна нуждается, чтобы усилия «большой науки» наряду с разработкой теоретических проблем в большей мере были сосредоточены на решении ключевых народнохозяйственных вопросов, на открытиях, способных внести подлинно революционные изменения в производство». Советские физики, как и все люди нашей науки, концентрируют свои усилия на разработке ключевых научных проблем, на продвижении вперед по всему фронту фундаментальных исследований. И в то же время всегда ищут и будут искать возможность прийти на помощь технике, промышленности, народному хозяйству страны, видят в этом свою первейшую профессиональную обязанность, свой высокий гражданский долг.



# ЗРИТЕЛЬНЫЙ ПУРПУР—РОДОПСИН

В зрительных клетках сетчатки глаза содержится уникальный окрашенный светочувствительный белок. Его старое название — зрительный пурпур, а современное — родопсин.

Изучение родопсина — одно из важнейших направлений в науке о зрении. Когда исследователям станет ясно, как именно работает молекула родопсина, можно будет понять последовательность процессов, ответственных за превращение энергии света в биологический сигнал. Такие сигналы в конечном итоге дают нам возможность видеть окружающий нас мир. В тех же случаях, когда в зрительных клетках возникают «поломки», можно будет найти методы лечения тяжелых заболеваний сетчатки глаза.

Профессор М. ОСТРОВСКИЙ.

## ПРОБЛЕМА НА СТЫКЕ НАУК

В сложнейшей машине зрения — от глаза до мозга — зрительный пигмент — первый и очень важный «винтик». На нем сфокусированы сейчас интересы многих дисциплин — физиологии и биофизики, фотобиологии и молодой науки о биологических мембранах, офтальмологии и гигиене зрения.

Глобальный вопрос: «Как мы видим?» — необходимо разделить на несколько более частных.

Каким образом свет рождает в зрительной клетке нервный сигнал, то есть каков механизм восприятия света? Как кодируется, перерабатывается в нервных клетках сетчатки и мозга зрительная информация? Как затем эта информация расшифровывается в коре больших полушарий головного мозга? И как, наконец, возникает в мозгу субъективный зрительный образ объективного внешнего мира? Каждый из вопросов — своя наука, со своими подходами, метода-

ми, идеями. Не случайно в последнее время получает права гражданства термин «зрительные науки». Зрение — яркий пример крупной комплексной, междисциплинарной естественнонаучной проблемы. Причем это одна из самых «физических» или «физико-химических» проблем физиологии. Пути развития учения о природе света и о механизмах зрения тесно переплетены.

Вот всего два примера. Великий физик и астроном Иоганн Кеплер. Сознательно оставив в стороне вопросы физиологии и психологии зрения, он рассмотрел глаз как оптический прибор. Решив чисто оптическую задачу, Кеплер показал, как именно формируется на сетчатке, на дне глазного бокала перевернутое и уменьшенное изображение предметов внешнего мира. Дело мозга — научиться воспринимать мир не перевернутым.

Михаил Ломоносов, Томас Юнг, Герман Гельмгольц, Джеймс Максвелл предложили трехкомпонентную гипотезу цветового зрения. Согласно гипотезе, в сетчатке следует искать три типа спектральных приемников, воспринимающих преимущественно синие, зеленые и красные лучи видимого спектра. Спустя более чем 150 лет — в конце 60-х — начале 70-х годов нашего столетия — гипотеза получила прямое экспериментальное подтверждение: сначала в сетчатке рыб, а затем приматов и человека были обнаружены колбочки трех видов — сине-, зелено- и красночувствительные.

В этой статье речь пойдет отнюдь не о всем механизме зрения и даже не о всем механизме восприятия света в зрительных клетках сетчатки. Оставив в стороне эти большие проблемы, мы поведем речь о «винтике» — о молекуле родопсина. Выяснив, как работает молекула родопсина в механизме зрения, мы, вероятно, поймем, сможем выстроить (в первом приближении) всю цепь процессов — от поглощения кванта света до возникновения в воспринимающей его клетке сетчатки зрительного сигнала.

## ОТ ГЛАЗА ДО МОЛЕКУЛЫ:

1 — сетчатка на дне глазного яблока (красный цвет); 2 — зрительные клетки сетчатки — палочки и колбочки (красные); 3 — наружный сегмент палочки (красный), содержащий фоторецепторные диски; 4 — фоторецепторная мембрана: молекулы родопсина — красные, а молекулы фосфолипидов — синие; 5 — молекула родопсина: трансмембранный белок, с которым прочно связан ретиналь; 6 — ретиналь в 11-цис изомерной форме, прикрепленной к белку.

В левом нижнем углу рисунка — график, показывающий, что наиболее сильное повреждающее воздействие на зрительные клетки глаза оказывает коротковолновая область спектра — синий и ультрафиолетовый свет (сплошная кривая). Пунктиром представлены кривые спектра поглощения родопсина (1) и продукта его обесцвечивания (2). Зеленый свет, к которому родопсин наиболее чувствителен, практически не оказывает на глаз повреждающего действия.

Хрусталик глаза, как и линза фотоаппарата, создает на сетчатке перевернутое изображение внешнего мира. Дело мозга — научиться видеть мир неперевернутым.

Восприятие света, или зрительная рецепция, или фоторецепция,— это, по существу, сложный процесс трансформации физической формы движения материи (энергии кванта света) в биологическую — в нервное возбуждение, в зрительный сигнал. Проблему первичных процессов зрения можно смело отнести к наиболее увлекательным и актуальным проблемам современной физико-химической биологии.

В пятидесятых годах началось стремительное восхождение физико-химической биологии. Логика ее развития требовала объединения усилий различных наук и ученых разных специальностей. Классическим примером успеха стала пара — Уотсон (биология) — Крик (физика) и дитя их содружества — двойная спираль ДНК.

В конце 50-х годов в Институте химической физики АН СССР, в секторе кинетики химических и биологических процессов физико-химик академик Н. М. Эмануэль стал собирать физиков, химиков, биологов и врачей. Объединение шло вокруг двух проблем — рак и лучевое поражение. Затем тематика стала расширяться. Лет десять назад в Секторе появились мы — лаборатория физико-химических основ рецепции. Предмет наших интересов и исследований — молекула родопсина и процессы зрительного восприятия.

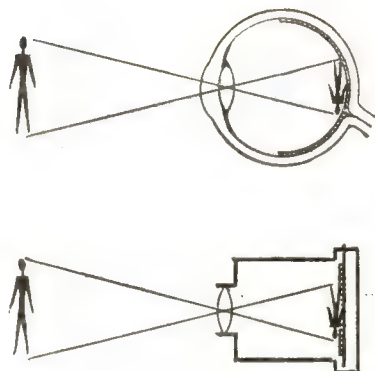
История изучения родопсина, молекулярных основ зрительного возбуждения началась более ста лет тому назад, когда немецкий физиолог Франс Болль, описав, как выцветает, становится сначала желтоватой, а потом белесой изолированная сетчатка лягушки, сделал из этого простого наблюдения важный вывод: «В зрительных клетках сетчатки содержится окрашенное зрительное вещество, и выцветание этого вещества как-то связано с возникновением зрительного возбуждения».

Вот это «как-то» и является предметом интенсивных исследований многих лабораторий мира.

Трансформация энергии света в нервный сигнал обеспечивается совокупностью, сложной последовательностью фотохимических, электрических, ионных и ферментативных процессов. Причем весь механизм может быть запущен поглощением всего одного кванта света одной молекулой родопсина.

## ПЕРВАЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

Признанный патриарх в изучении молекулы родопсина — американский биохимик, лауреат Нобелевской премии 1967 года Джордж Уолд. В конце августа этого года на VII Международном биофизическом конгрессе в Мехико он открывал симпозиум по сенсорной рецепции. О его класси-

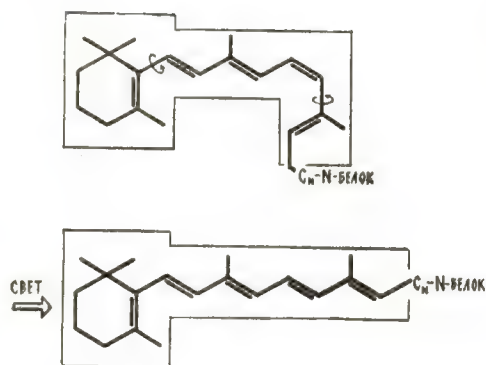


ческих работах 30-х годов писал в свое время академик В. А. Энгельгардт, который в конце 40-х годов изучал вместе со своей молодой сотрудницей Т. В. Венкстерн родопсин и ферментативную АТФ-азную активность в зрительных клетках. Классические работы Дж. Уолда вводили автора статьи, а потом и сотрудников нашей лаборатории в мир фоторецепции. А в августе я впервые увидел его с удивительно живыми, добрыми глазами, благородным, интеллигентным лицом, очень энергичного для своих лет, знаменитого Дж. Уолда. Он прекратил сейчас свою научную работу, занимается философскими вопросами естествознания, ведет активную борьбу за запрещение нейтронного оружия, из Мехико собирался лететь на Кубу, выразил желание посетить Советский Союз. Для меня это была одна из интереснейших встреч на конгрессе. Главным образом Дж. Уолду и его лаборатории мы обязаны знанием химического строения молекулы родопсина и других зрительных пигментов, знанием природы первой и единственной фотохимической реакции в зрении.

Молекула родопсина состоит из прочного комплекса белка с ретиналем. Ретиналь — это химическое производное, альдегид витамина А. Красным цветом и светочувствительностью родопсин обязан ретиналю. В темноте ретиналь «сидит» в белке, прочно (ковалентно) с ним связанный. Что особенно важно: ретиналь «сидит» в белке согнутый, как кочерга. Именно он поглощает в молекуле родопсина квант света, а поглотив, распрямляется (говоря специальным языком, энергия света в молекуле зрительного пигмента тратится на фотоизомеризацию ретиналя). Как выяснилось в последние годы, эта фотореакция совершается фантастически быстро, за несколько пикосекунд (одна пикосекунда равна  $10^{-12}$  секунды). Событие это в механизме фоторецепции — как спуск курка в ружье. Все следующие за этим процессы в механизме зрения, происходящие в белковой части молекулы родопсина, в фоторецепторной мембране, в зрительных и нервных клетках сетчатки и мозга, — это события «темновые», в свете не нуждающиеся.

Вслед за изомеризацией ретиналя перестраивается и белок. Показано это было с помощью различных физических и химиче-





Химические формулы ретиналя в его двух изомерных конфигурациях: 11-цис форма при поглощении света молекулой родопсина превращается в полностью транс-форму («ночерга» распрямляется).

ских методов. Используя мощную технику физического эксперимента (гамма-резонансную — Мессбауэровскую — спектроскопию, жесткое ионизирующее излучение в сочетании с регистрацией спектров электронного парамагнитного резонанса), нам совместно с лабораторией известного физико-химика члена-корреспондента АН СССР В. И. Гольданского удалось обнаружить структурные изменения в белковой части родопсина и в фоторецепторной мембране на ранних стадиях выцветания зрительного пигмента. Далее, на последующих стадиях белковая часть молекулы претерпевает, судя по всему, весьма существенные перестройки: белок как бы разворачивается. Это следует, в частности, из наших химических опытов. Родопсин содержит шесть свободных, высокореактивных сульфгидрильных ( $\text{SH}^-$ ) групп. Однако в темновой, необесцвеченной молекуле только две из них, расположенные на поверхности, доступны для различных химических реагентов. Четыре же остальных погружены вглубь, находятся где-то внутри белка. После поглощения ретиналем света и в ходе обесцвечивания эти сульфгидрильные группы высвобождаются и становятся теперь доступными для некоторых реагентов, например, для ионов серебра. Доступными они становятся, вероятно, в результате некоего разворачивания, разрыхления белковой структуры родопсина.

Но что дальше? Как используются в механизме восприятия света эти перестройки? Какова природа связи между ними и последующими электрическими и химическими (ионными и ферментативными) процессами в зрительной клетке? В проблеме фоторецепции вопросы эти сейчас, пожалуй, самые важные, самые актуальные.

### РОДОПСИН — МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ФОТОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР

Родопсин — белок особенный. И не только потому, что окрашен и светочувствителен. Он, так называемый мембранный, водонерастворимый белок. Причем он не просто «вмонтирован» в мембрану — тонкую жировую пленку, подобную пленке мыльного пузыря, — но пронизывает ее на-

сквозь. Будучи трансмембранным белком, родопсин оказался способен создавать при поглощении света значительную разность электрических потенциалов на фоторецепторной мембране. Молекула зрительного пигмента родопсина выступает в этой ситуации как молекулярный фотоэлектрический генератор, встроенный в фоторецепторную мембрану. (Эти данные были впервые представлены нами на советско-шведском симпозиуме по проблемам физико-химической биологии летом 1978 года в Пушкино — подмосковном Центре биологических исследований АН СССР.)

Самое удивительное было то, что электрогенные свойства родопсина оказались весьма похожими на свойства совсем другого «молекулярного электрического генератора». Речь идет о светочувствительном белке красных бактерий, обитающих в очень соленых озерах. И пурпурным цветом, и тем, что тоже содержит ретиналь, и тем, что пронизывает мембрану насквозь, он настолько напоминал зрительный родопсин, что был назван, по аналогии, бактериородопсином. Открыт он был в 1971 году, а спустя всего три года была установлена функция бактериородопсина.

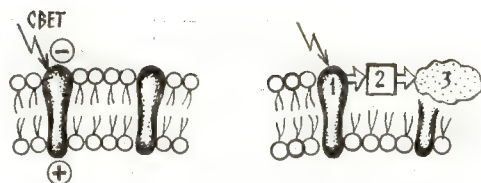
Оказалось, что он ответственен за фотосинтез — особую, простейшую, бесхлорофильную его форму. В 1978 году академиком Ю. А. Овчинниковым и его сотрудниками в Институте биоорганической химии АН СССР имени М. М. Шемякина была расшифрована первичная структура этого белка — полная аминокислотная последовательность. Бактериородопсин стал первым мембранным белком, химическая структура которого расшифрована.

Функция молекулы бактериородопсина в пурпурной мембране — эффективное преобразование солнечной энергии в энергию электрохимического мембранного потенциала. Это было убедительно показано в лаборатории члена-корреспондента АН СССР В. П. Скулачева в Московском университете. Энергия электрического потенциала, в свою очередь, используется бактериальной клеткой для синтеза АТФ — энергетической валюты любой живой клетки.

Итак, два пурпурных, светочувствительных мембранных белка. Их сравнительное изучение может многое дать, может оказаться исключительно полезным для понимания механизмов фотосинтеза и фоторецепции. Поэтому в течение нескольких последних лет оно интенсивно ведется в рамках комплексной Программы «РОДОПСИН», возглавляемой вице-президентом АН СССР, академиком Ю. А. Овчинниковым. Направлена Программа на решение актуальных проблем биоэнергетики и зрительной рецепции.

Парадокс судьбы состоит в том, что если структура и функция бактериородопсина,

Поглотивший квант света родопсин способен создавать на мембране электрический потенциал (слева). Родопсин (1) способен также активировать ферменты (2, 3), находящиеся рядом с ним в мембране (справа).



открытого всего 10 лет назад, установлены, то полная химическая структура зрительного родопсина, открытого более ста лет назад, пока не расшифрована, хотя работы в этом направлении активно ведутся. Что же касается функции, то есть того конкретного «дела», которое «делает» молекула родопсина в механизме зрения, то по этому поводу ведутся споры. Вопрос этот горячо обсуждался и на последнем Биофизическом конгрессе в Мехико. Пожалуй, парадоксальность этой ситуации вполне понятна — слишком сложен, слишком совершен механизм зрительного восприятия, чтобы функция его главного элемента — молекулы родопсина — оказалась простой и однозначной. Не исключено, что этих функций несколько. Ведь зрительный пигмент — его обесцвечивание и регенерация, восстановление исходной темновой формы — должен обеспечить осуществление нескольких физиологических процессов: собственно зрительный акт, возникновение зрительного сигнала и адаптацию зрительной клетки, ее эффективную работу и на ярком свете и почти в полной темноте.

Сравнение электрогенных свойств родопсина и бактериородопсина — этих совершенно различных по происхождению, но вместе с тем похожих мембранных белков — мы проводили вместе с лабораторией В. П. Скулачева. Действительно, картины развития фотопотенциалов на бактериальной и фоторецепторной пурпурных мембранах в ответ на очень короткую лазерную вспышку света, как оказалось, весьма и весьма схожи.

Для бактериородопсинового фотосинтеза возникновение этого мембранного потенциала — ключевое, решающее событие, совершенно необходимое звено в механизме синтеза АТФ. Это твердо установлено. Можно было бы думать по аналогии, что и в цепи процессов зрительной рецепции фотопотенциал, генерируемый родопсином, — столь же ключевое промежуточное звено, ответственное за последующие события в зрительной клетке. Хотя некоторые основания для такого предположения имеются, утверждать, что все это именно так, пока нельзя. Для этого потребуются, вероятно, пройти немалый путь дальнейших экспериментов.

Что же касается «некоторых оснований», то речь идет о недавних результатах, полученных совместно двумя нашими группами — университетской (В. П. Скулачев, Л. А. Драчев, А. Д. Каулен) и академической (Г. Р. Каламаров и автор этой статьи). Сводятся они к тому, что одновременно или немедленно вслед за возникновением фотопотенциала на фоторецепторной мембране наблюдается существенное падение ее электрического сопротивления или, что то же самое, повышение проводимости. В свою очередь, повышение ионной проводимости

(проницаемости) фоторецепторной мембраны является, вероятно, важным этапом в механизме трансформации энергии света в нервный рецепторный сигнал.

### РОДОПСИН — АКТИВАТОР КАСКАДА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ РЕАКЦИЙ

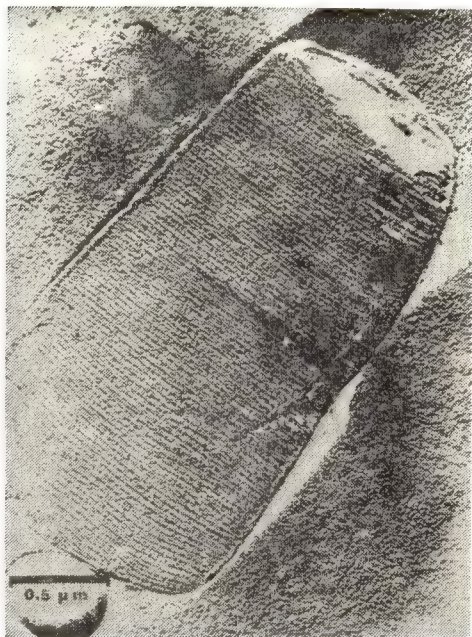
Не только электрический потенциал «умеет» создавать родопсин на фоторецепторной мембране. Поглощая квант света и обесцвечиваясь, он способен еще активировать ферменты. В механизме фоторецепции это его свойство имеет, вероятно, первостепенное значение. Одним из свето-активируемых ферментов, находящимся, как и родопсин, в фоторецепторной мембране, является фермент фосфодиэстераза. Она разлагает, гидролизует циклический ГМФ (гуанозинмонофосфат) — знаменитый сейчас в биологии цГМФ, «золотой ключик», отомкнувший секреты многих клеточных процессов.

В фоторецепции цГМФ играет, судя по всему, ключевую роль. Электрофизиологические исследования, в том числе выполненные в нашей лаборатории, показали, что цГМФ принимает непосредственное участие в рождении электрического нервного сигнала на клеточной мембране, то есть мембране, окружающей фоторецепторную клетку.

В качестве другого претендента на основную роль в возникновении фоторецепторного сигнала выступают ионы кальция. По нашим последним электрофизиологическим данным, и цГМФ и ионы кальция как-то взаимодействуют, как-то вместе завязаны в процессе рождения зрительного сигнала на клеточной мембране палочки и колбочки.

Итак, цГМФ. Одна поглотившая квант света молекула родопсина может вызвать распад более чем ста тысяч молекул цГМФ! Вот оно, огромное усиление эффекта действия всего одного кванта света на зрительную клетку! Но не сам родопсин разваливает эти сто тысяч молекул. Казалось, было твердо установлено, что сначала одна молекула родопсина активирует сотни молекул белка — фермента — фосфодиэстеразы, и лишь затем каждая активированная молекула фосфодиэстеразы разваливает около тысячи молекул цГМФ. Однако, судя по результатам, представленным только что (в августе) на VII Биофизическом конгрессе в Мехико, дело обстоит сложнее, ферментативный каскад усиления светового сигнала еще более громоздкий. В фоторецепторной мембране был найден еще один белок, названный трансдуцином, что





Наружный сегмент палочки сетчатки быка (электронно-микроскопическая картина). Хорошо видно, что сегмент состоит из многочисленных мембран, содержащих родопсин. Эти мембраны образуют так называемые диски — плоские мешочки с узкой полостью внутри. Диски лежат строго друг над другом, образуя огромную стопку.

в приблизительном переводе может означать «трансформатор». Согласно этим новым данным, уже не сам родопсин активирует сотни молекул фосфодиэстеразы, а делает он это в две стадии. Первая — выцветающий родопсин активирует образование комплекса трансдуцин — ГТФ (ГТФ — гуанозинтрифосфат — не менее важное соединение в клетке, чем родственная ему «энергетическая валюта» — АТФ — аденозинтрифосфат). Вторая — комплекс «трансдуцин — ГТФ» включает, активирует фосфодиэстеразную активность.

Итак, ферментативный каскад усиления светового сигнала сейчас выглядит так: свет → родопсин → трансдуцин — ГТФ → фосфодиэстераза → цГМФ (при этом концентрация цГМФ в зрительной клетке резко падает).

Другой, электрогенный, ионный каскад усиления, о котором шла речь выше, может иметь такой вид: свет → родопсин → электрический потенциал на фоторецепторной мембране → увеличение ионной проницаемости этой мембраны → выход изнутри диска, образованного этими мембранами, ионов кальция. Концентрация ионов кальция внутри клетки при этом должна увеличиваться: на одну обезвещенную молекулу родопсина — несколько сотен ионов кальция.

Кальций же и цГМФ, вместе ли, по отдельности, или с участием еще каких-то посредников, обеспечивают быстрое возникновение нервного сигнала на мембране зрительной клетки и ее более медленную адаптацию — понижение или повышение ее световой чувствительности.

Действительно, сколь сложен, многоступенчат механизм трансформации энергии света в зрительное возбуждение! Сколь

фантастически сложен весь процесс зрения — от родопсина до коры головного мозга, — и как легко мы видим, без усилий, не задумываясь, как-то само собой — смотрим и видим. Ясно только, что роль первого «винтика» — молекулы родопсина — здесь ключевая и что сводится она, вероятно, не к одному-единственному, а к нескольким молекулярно-мембранным событиям.

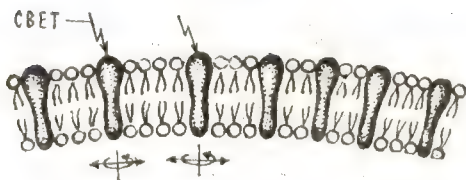
Будущее покажет, какое из них основное, какое — побочное, реализацию каких именно физиологических процессов обеспечивают они. В отличие от «тупой» молекулы бактериородопсина, которая прекрасно справляется с одним делом, — превращает солнечную энергию в энергию электрохимического потенциала на пурпурной мембране бактерии, — «умная» молекула зрительного родопсина, быть может, выполняет несколько функций в рецепторной клетке. Для нас же сейчас важно было выяснить одно — молекула родопсина «умеет» активировать ферменты и создавать на мембране электрический потенциал. Как именно используются эти ее «способности» в механизме зрения — предмет дальнейших увлекательных исследований.

Таким образом, вопросы достаточно четко сформулированы, задача кажется ясной, и многие лаборатории активно работают в этом направлении. Поэтому зрительная рецепция, вероятно, станет первым случаем, когда в деталях будет понят механизм трансформации энергии внешнего раздражения, в данном случае света, в нервный сигнал. Следующим шагом может стать выяснение механизмов химической (обоняние, вкус) и механической (гравитация, мышечное чувство, слух) рецепций.

На примере работы зрительного рецепторного белка родопсина и зрительной клетки сетчатки глаза удобнее всего изучать проблему возникновения нервного возбуждения, рождения нервного сигнала — центрального явления в работе мозга.

## «ПОЛОМКА» ПУРПУРА — НАРУШЕНИЕ МЕХАНИЗМА ЗРЕНИЯ

Одна из возможных причин «поломок» молекулы родопсина — слишком яркий или длительно действующий свет. Видимый свет — великое благо — становится в случае глазной болезни вредоносным фактором. Слишком яркий свет может усугубить болезнь сетчатки, если она уже имеется, или спровоцировать ее начало, если к тому у человека есть предрасположенность. Судя по результатам наших последних исследований, особенно опасна для больного коротковолновая часть спектра — ультрафиолетовый и синий свет. Офтальмологи-хи-



В норме молекулы родопсина в основном по-одиночке свободно перемещаются в «жидкой» фоторецепторной мембране. В результате яркого и длительного освещения они могут слипнуться — образуются родопсиновые комки. В таком состоянии родопсин и фоторецепторные мембраны не могут функционировать нормально.

руги и терапевты — должны будут теперь это принять во внимание.

Но какова причина, каков молекулярный, физико-химический механизм повреждения родопсина и зрительных клеток? И можно ли предотвратить или ослабить фотоповреждение сетчатки, особенно если она уже нездорова?

В основу работ в этом направлении нами была положена концепция академика Н. М. Эмануэля о важной роли так называемых свободных радикалов — осколков молекул, обладающих повышенной химической активностью, — в развитии некоторых патологических процессов — лучевого поражения, канцерогенеза, старения, стресса. Выяснилось, что в механизме фотоповреждения зрительных клеток сетчатки процессы свободно-радикального окисления также играют важную роль.

В подробном биохимическом исследовании было установлено, что слишком яркий видимый свет вызывает повреждение (окисление) основных молекулярных компонентов фоторецепторной мембраны — белке родопсина и липидов. При этом, как показали опыты с применением так называемой «спиновой метки» и техники электронного парамагнитного резонанса, в мембране образуются родопсиновые комки. Молекулы зрительного пигмента, обычно свободно перемещающиеся в мембране, в результате фотоповреждения «сшиваются», между ними образуются прочные химические связи. В последнее время совместно с Институтом кристаллографии АН СССР нам впервые удалось обнаружить с помощью метода рентгено-структурного анализа существенные патологические изменения в ультраструктурной организации фоторецепторной мембраны.

В результате всех этих нарушений нормальные рабочие свойства молекулы родопсина изменяются. В первую очередь нарушается способность зрительного пигмента восстанавливаться, регенерироваться после обесцвечивания. Это серьезная молекулярная поломка зрительного пигмента.



В опытах на экспериментальных животных, выполненных совместно с Институтом глазных болезней имени Гельмгольца, нарушения зрения отчетливо проявились.

В основе фотоповреждения зрительных клеток сетчатки лежат, таким образом, процессы фотохимического свободно-радикального окисления родопсина и липидов фоторецепторной мембраны.

Важная роль в этих процессах фотоокисления принадлежит ретиналю. Тому самому ретиналю, который в темноте «сидит» внутри молекулы родопсина, а после ее обесцвечивания высвобождается, отрывается от белка, но в фоторецепторной мембране остается.

Более двадцати лет назад академик Н. М. Эмануэль предложил использовать в биологии и медицине для подавления таких нежелательных свободно-радикальных реакций ингибиторы. В Институте химической физики АН СССР были синтезированы различного рода ингибиторы — вещества, тормозящие свободно-радикальные процессы. Некоторые из них были использованы в наших опытах. Оказалось, что они эффективно предотвращают окисление липидов в фоторецепторной мембране, способны частично защитить от окисления сульфгидрильные группы родопсина.

Опыты на животных (кроликах, крысах) показали, что, судя по электрической активности сетчатки, ингибиторы способны ослабить повреждающий эффект слишком яркого или слишком длительного освещения, и, что особенно важно и отчетливо проявляется, способны оказывать благотворное влияние на восстановительные процессы, на выход сетчатки из патологического состояния.

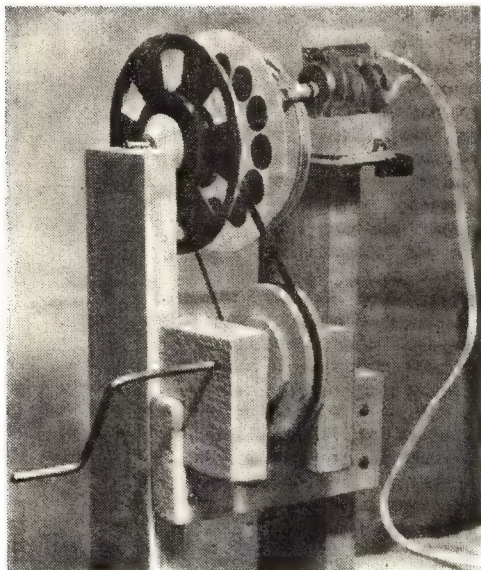
Современная офтальмология, и в первую очередь те ее разделы, которые касаются патологии сетчатки, ее зрительных клеток, настоятельно требуют фундаментальных исследований. Причина многих заболеваний сетчатки глаза остается невыясненной. А раз неясна причина — как искать способы лечения? Поэтому понимание биологии, именно биологии зрительного процесса становится необходимым как для выяснения причин возникновения, так и поиска путей излечения тяжелых глазных заболеваний. Как не вспомнить в этой связи пророческие слова И. М. Сеченова, сказанные в 1860 году: «При настоящем состоянии естественных наук единственный возможный принцип в патологии есть молекулярный».



# ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА НА МОДЕЛЯХ

Инженер Ф. РАБИЗА.

Фото В. ВЕСЕЛОВСКОГО.



Австрийский физик и астроном Кристиан Доплер (1803—1853) открыл в 1842 году явление, которое назвали его именем.

Сущность этого явления заключается в том, что звуковые и световые волны изменяют свою длину, когда источник волн и наблюдатель движутся навстречу друг другу или, наоборот, друг от друга удаляются.

При наблюдении эффекта Доплера в акустике изменение длины звуковых волн, а следовательно, и частоты колебаний легко заметить без всяких приборов: меняется высота звука. А вот со световыми волнами дело обстоит довольно сложно. Просто глазами уловить изменение световой волны нельзя, поэтому ученые для своих наблюдений используют прибор—спектроскоп. Спектроскоп разлагает свет в спектр на его составные элементы, и когда астрономы с его помощью наблюдают, например, звезды, то по сдвигам спектральных линий с их постоянных, законных мест в спектре узнают, удаляется ли от нас наблюдаемая звезда или она летит нам навстречу. Если, например, звезда от нас удаляется, изменяется положение ее спектральных линий на шкале прибора, они сдвигаются к участку длинных световых волн.

Это явление принято называть «красным смещением». А по величине сдвига с помощью вычислений можно определить и скорость, с какой наблюдаемая звезда летит от нас.

Один из самых доступных способов наблюдения эффекта Доплера — это давно известный, описанный в популярной литературе способ: когда вы едете в поезде, прислушайтесь внимательно к свистку встречного локомотива, проносящегося мимо вас. Когда локомотив приближается, тон его свистка заметно выше тона, который вы улавливаете при его удалении.

Однако для наблюдения эффекта Доплера не обязательно ехать в поезде. Познакомиться с ним можно и в домашней лаборатории. Мы предлагаем для любителей науки несколько простых, если можно так выразиться, изобразительных способов наблюдения. Как известно, звуковые волны принято изображать графически в виде сгущенных или разреженных параллельных линий. Так это делается в учебниках физики. А иногда, даже оталекаясь от того, что звуковые волны создаются не поперечными, а продольными колебаниями, их изображают условно в виде синусоиды. Но наши рисунки волн будут

особенные. Это будут не просто неподвижные рисунки, они будут двигаться, изменяться и дадут вам представление о том, что происходит с настоящими волнами при взаимном движении их и наблюдателя. В конце статьи приведены некоторые вычисления, рассчитанные на тех, кто этим вопросом заинтересуется более глубоко.

Но прежде чем приступить к опытам, нужно вспомнить, что же все-таки происходит с волнами и частотой звука, почему их величины зависят от взаимного движения источника колебаний и наблюдателя.

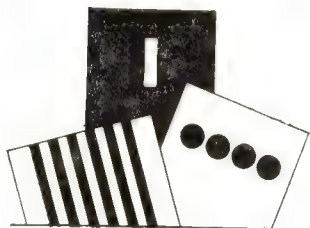
Надо сразу сказать, что сама по себе частота звука, а значит, и длина волны не меняется. Меняется лишь наше восприятие этой частоты. Если локомотив стоит на месте, то от его свистка звуковые волны летят во все стороны. У них определенная частота и определенная скорость движения. Но когда локомотив движется сам, то к скорости звука еще прибавляется и скорость локомотива. Скорости складываются или вычитаются в зависимости от того, к наблюдателю или от него движется источник звука. В случае, когда источник звука быстро приближается к нам, наши уши в единицу времени улови-

вают больше звуковых колебаний, и мы слышим звук повышенной частоты. И, наоборот, когда источник звука быстро от нас удаляется, скорость звука и скорость его источника вычитаются, и мы улавливаем в единицу времени меньше волн, следовательно, для нас тон понижается. И движется ли к нам источник звука, или, наоборот, мы движемся к нему, или, наконец, мы оба движемся навстречу друг другу либо в разные стороны — все равно будет происходить изменение тона. Однако необходимо заметить, что в отличие от Доплер-эффекта для электромагнитных волн (например, световых), обусловленного только относительным, взаимным движением источника и наблюдателя, изменение частоты акустической волны при движении источника несколько отличается от изменения частоты при движении наблюдателя. Мы же для простоты рассуждений будем в своих опытах рассматривать только тот случай, когда источник звука стоит на месте, а движемся мы либо навстречу волнам, либо удаляемся от них.

Как известно из физики, зависимость между частотой и длиной волны такова: когда частота повышается, длина волны уменьшается, при уменьшении частоты длина волны увеличивается. В наших опытах для наглядности мы будем пользоваться не частотой, а волнами.

Волны будут изображены на бумаге очень условно, в виде черных кружков или черных полосок. А в одном опыте даже будет использована волна, изготовленная из проволоки.

Наши условные волны будут двигаться как бы от своего неподвижного источника. Они будут двигаться с небольшой сравнительно со звуком скоростью. Роль «движущегося наблюдателя» будете выполнять, разумеется, вы сами. Вам в этом поможет небольшое окошко, которое будет двигаться навстречу волнам, а в нем можно наблюдать результат опыта.



Окошко наблюдателя и рисунки двух видов волн.

Приступим к опытам. Нарисуйте черной тушью на кусочке белого картона или плотной бумаги в один ряд несколько кружков диаметром по 20 мм. Чтобы края кружков не сливались, оставьте между ними зазор в 1—2 мм. Каждый кружок будет у нас одной волной за ее полный период колебаний. Длина волны равна диаметру кружка (20 мм). В другом кусочке картона проделайте окошко размером  $10 \times 40$  мм. Возьмите в левую руку картонку с волнами, а в правую — картонку с окошком, держа ее так, чтобы длинные стороны окошка находились перед вами вертикально. Наложите окошко на рисунок волн и начните быстро двигать перед глазами картонки навстречу друг другу, в одну

и в другую сторону попеременно. Вы увидите через мелькающее перед глазами окошко, что наши кружки перестали быть круглыми. Они сузились по своим «экваторам», стали эллипсами, прижатыми друг к другу.

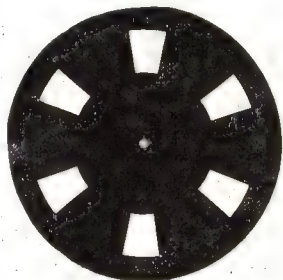
На другом куске белого картона нарисуйте длинные черные полоски шириной 8 мм на расстоянии друг от друга тоже 8 мм. Условимся, что ширина черной полоски и белого промежутка будет представлять длину одной волны, равную 16 мм. Двигайте, как и в первом опыте, картонки навстречу друг другу в одну и другую сторону. Сквозь окошко вы увидите, что черные полоски и белые промежутки между ними стали уже. Это будет хорошо заметно при сравнении их с выступающими за пределы верхнего края картонки полосками, которые не изменились и служат эталоном.

Итак, в наших опытах окошко для наблюдений двигалось всегда навстречу волнам, ловило при этом большее количество волн, чем если бы этого движения не было. Количество наблюдаемых колебаний (частота) увеличилось, а сами волны укоротились.

Это было движение наблюдателя навстречу волнам. Но нам интересно проследить, что получится, если наблюдатель будет удаляться от источника колебаний (частота) увеличилось, а сами волны укоротились.

Чтобы проделать такой опыт, воспользуемся электропроигрывателем. Вырежьте из картона два диска диаметром по 180 мм. На один диск наклейте круг из белой бумаги, начертите на нем окружность радиусом 60 мм, а на ней нарисуйте 17 черных кружков диаметром по 20 мм. Между кружками должны быть зазоры примерно в 2 мм. На втором диске, отступая от его края на 15 мм, вырежьте 6 трапециевидных отверстий высотой 22 мм и шириной по средней линии 20 мм. В центрах дисков сделайте небольшие отверстия. Диск с нарисованными кружками поместите на проигрывате-

Диск с кружками-волнами и диск наблюдателя.





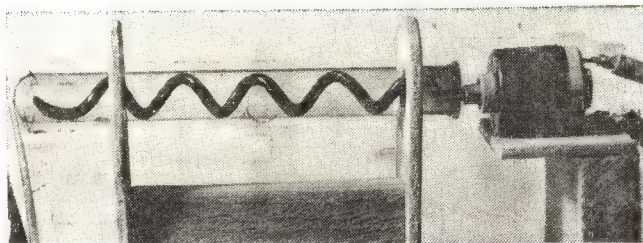
**Прибор для демонстрации эффекта Доплера с бегущими синусоидальными волнами.**

ле как граммофонную пластинку, а диск с окошками наденьте на гвоздь с картонной шайбой. Для удобства гвоздь с диском укрепите в деревянной ручке. Ярко осветите диск с кружками и включите проигрыватель на скорость 78 оборотов в минуту. Движение кружков-волн на диске проигрывателя будет представлять движение звуковых волн от неподвижного источника звука, ну, например, от свистка стоящего локомотива.

Круг с окошками держите горизонтально над кругом проигрывателя. Приведите его во вращение рукой в противоположную сторону. Наблюдайте через мелькающие окошки, которые слились в прозрачный круг, что произошло с нашими кружками-волнами. Они стали, как и в первом опы-

Опыты на проигрывателе. Наверху — диск с кружками-волнами неподвижен. В середине — диск наблюдателя вращается навстречу волнам. Внизу — диск наблюдателя вращается в сторону движения волн.

На среднем и нижнем снимках промежутки между эллипсами получились чрезмерно увеличенными. Край эллипсов смазались и четко получились только середины, потому что при выборе экспозиции пришлось учитывать и вращение диска наблюдателя.



те, эллипсами. Для успеха опыта нужно так отрегулировать скорость вращения диска с окошками, чтобы его скорость всегда была меньше скорости диска проигрывателя.

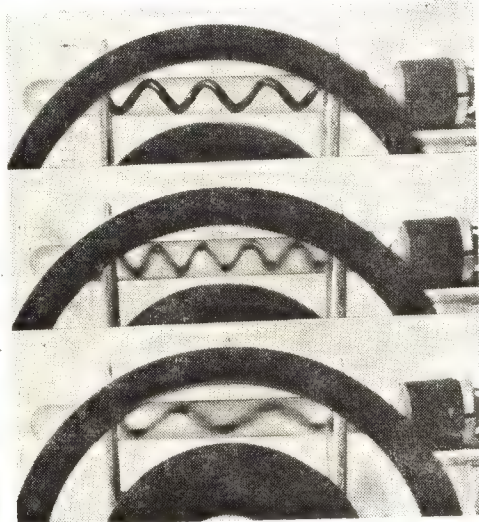
Теперь посмотрим, что произойдет, если диски вращаются в одну сторону. Это будет соответствовать случаю, когда мы проехали мимо источника звука и теперь удаляемся от него. До нас теперь волны доходят с меньшей скоростью, так как из их скорости вычитается скорость нашего движения. Как уже говорилось, окошками вращающегося диска в единицу времени мы теперь ловим меньше волн, значит, частота встреч с ними при этом должна уменьшиться, а длина волн увеличиться. Это и происходит с кружками. Ясно видно, как они «распухли», расширились по своим «экваторам», и их в поле вашего

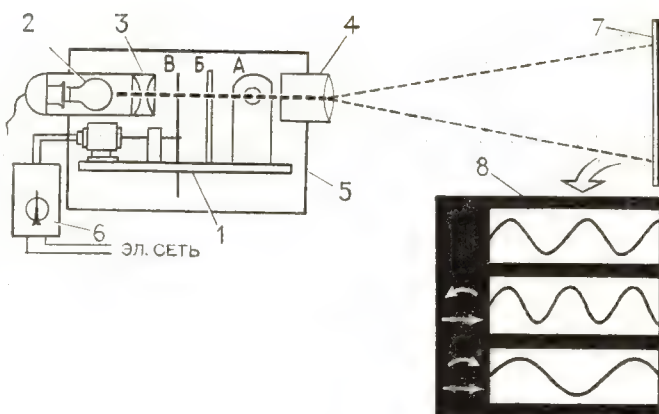
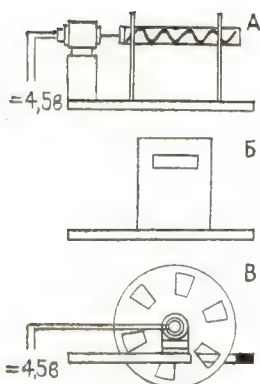
зрения стало меньше (см. фото).

У кого нет проигрывателя, тот может легко изготовить несложный прибор, состоящий из двух небольших дисков, надетых на одну ось. Диск с кружками должен приводиться во вращение микроэлектродвигателем от батарейки для карманного фонаря. Диск же с прорезанными окошками снабдите маленьким шкивом с желобком и приводите его во вращение с помощью ременной передачи (см. фото на стр. 39).

Более сложная модель (см. фото сверху) поможет наблюдать изменения синусоидальной бегущей волны. Нужно взять стеклянную пробирку или стеклянную трубку длиной 150—160 мм, диаметром 15—20 мм. Подберите толстую проволоку в изоляции. Намотайте ее на карандаш, но не плотно виток к витку, а с большим

Опыты с бегущими синусоидальными волнами. Наверху — пробирка не вращается. В середине — диск наблюдателя вращается навстречу волнам. Внизу — диск наблюдателя вращается в сторону движения волн.





Проектор для демонстрации эффекта Доплера на экране. 1 — прибор с бегущими волнами (А — пробирка с волнами, Б — рамка, В — диск наблюдателя), 2 — электри-

ческая лампочка, 3 — конденсор, 4 — объектив, 5 — корпус проектора, 6 — трансформатор с выпрямителем и реостатом, 7 — экран, 8 — изображение на экране.

затором, как говорят, шагом. Получится равномерная цилиндрическая спираль. Она должна плотно входить в пробирку. Если размеры спирали несколько не соответствуют диаметру пробирки, немного растяните спираль или, наоборот, сожмите. Пробирку заткните полиэтиленовой пробкой с буртиком. Из двух кусочков фанеры изготовьте стойки-подшипники, в них в горизонтальном положении должна свободно вращаться пробирка. Основание прибора изготовьте из небольшой доски. Около полиэтиленовой пробки, которой заткнута пробирка, установите микроэлектродвигатель. На конец его вала нужно надеть кусочек тонкой резиновой трубки (ниппельная резинка для велосипеда) и затем плотно прижать вал к буртику пробки. Скорость вращения двигателя можно регулировать реостатом или изменяя трение в подшипниках пробирки. Нужно подобрать такую скорость вращения, чтобы ясно были видны бегущие синусоидальные волны. Возьмите диск с трапециевидными отверстиями, изготовленный ранее, и, приведя его во вращение рукой, смотрите через мелькающие окошки на бегущие в пробирке волны.

Если диск вращается против движения волн (случай, когда мы движемся им на-

встречу), изменением скорости вращения диска добейтесь, чтобы наблюдаемые волны остановились (это получится в результате стробоскопического эффекта), и вы тогда ясно увидите, что они стали короче. И, наоборот, при вращении диска наблюдателя в ту же сторону, в которую бегут и волны (но обязательно скорость вращения диска должна быть немного меньше скорости волн в пробирке, ведь скорость, с какой мы удаляемся от источника звука, всегда меньше скорости звука), вы увидите, что волны стали длиннее и теперь ясно заметно, что и количество их уменьшилось (см. фото на стр. 41).

Эту последнюю модель можно демонстрировать на экране во время лекции с помощью проекционного фонаря, специально изготовленного для этой цели (см. рисунок). Для удобства демонстрации пробирка и диск наблюдателя должны вращаться микроэлектродвигателями, частота вращения которых регулируется реостатами.

И, наконец, как было обещано, приводим математическое обоснование проведенных опытов. Рассмотрим два опыта, проведенных с помощью проигрывателя. В опытах моделировались колебания низкой частоты на границе диапазона инфразвука. Окружные скорости диска с изображением волн и скорости диска наблюдателя пересчитаны на линейные. Формулы, которые здесь приведены, можно найти в учебнике физики.

#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$C$ — линейная скорость волн	$f$ — исходная частота колебания
$v$ — линейная скорость наблюдателя	$f', f''$ — наблюдаемые частоты в 1-м и 2-м опытах
$\lambda$ — длина волны	$\lambda', \lambda''$ — наблюдаемые длины волн в 1-м и 2-м опытах

$$C = 50 \text{ см/сек} ; v = 20 \text{ см/сек} ; \lambda = 2 \text{ см} ; f = \frac{C}{\lambda} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Гц}$$

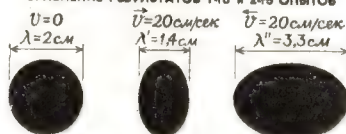
1-й ОПЫТ. НАБЛЮДАТЕЛЬ ДВИЖЕТСЯ НАВСТРЕЧУ ВОЛНАМ

$$f' = f \left( 1 + \frac{v}{C} \right) = 25 \left( 1 + \frac{20}{50} \right) = 35 \text{ Гц} ; \lambda' = \frac{C}{f'} = \frac{50}{35} \approx 1,4 \text{ см}$$

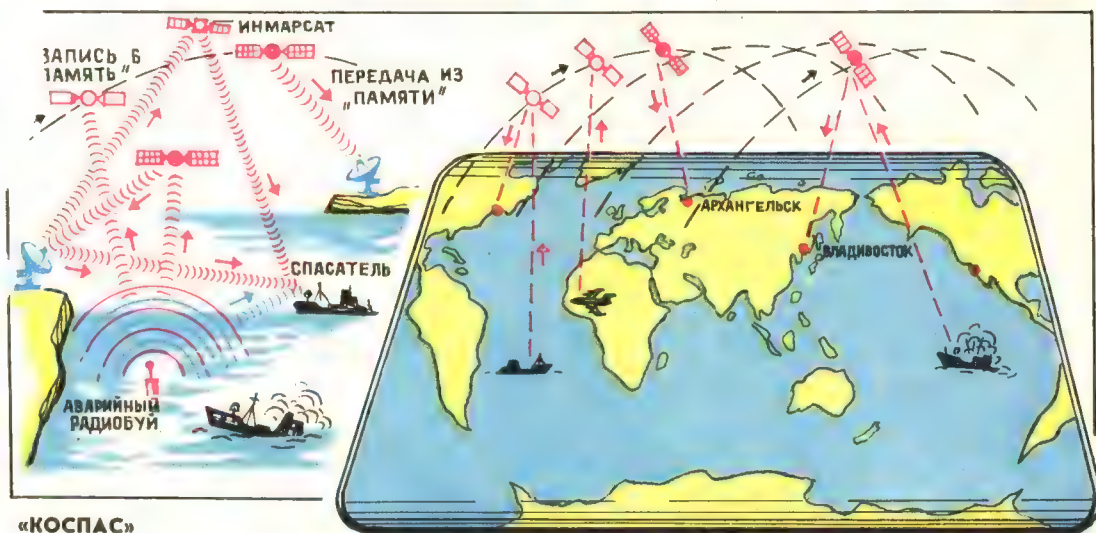
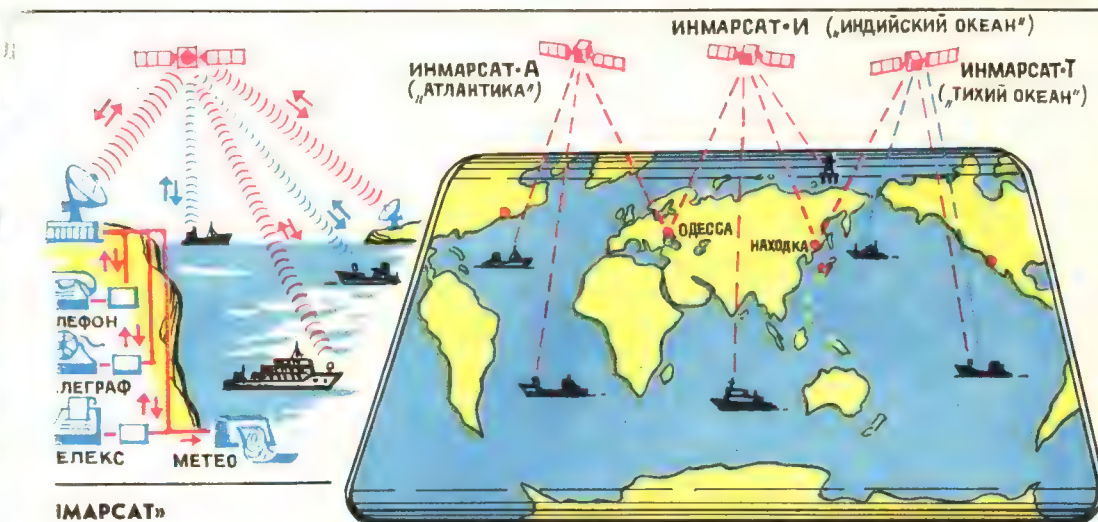
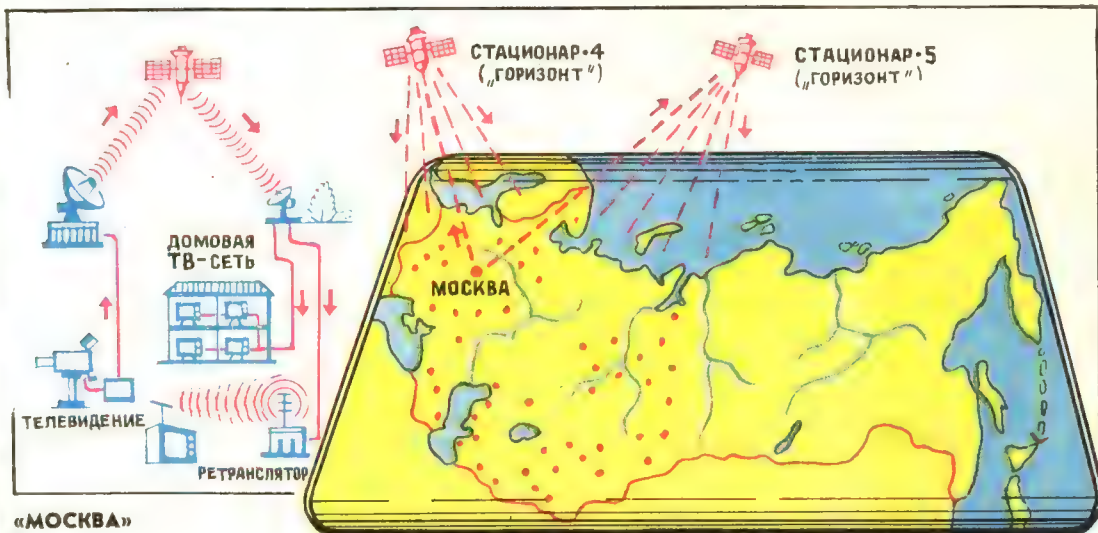
2-й ОПЫТ. НАБЛЮДАТЕЛЬ ДВИЖЕТСЯ В ТУ ЖЕ СТОРОНУ, ЧТО И ВОЛНЫ

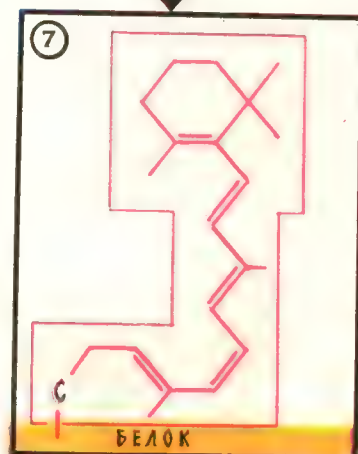
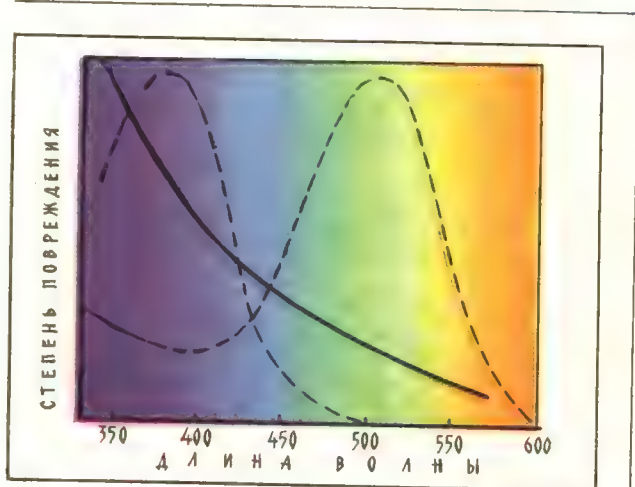
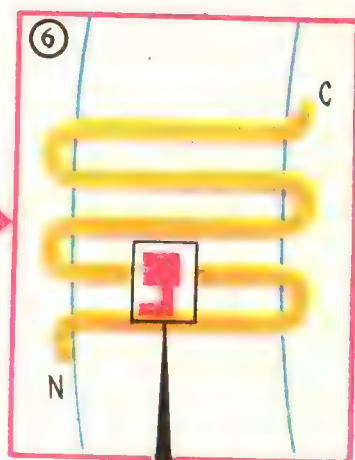
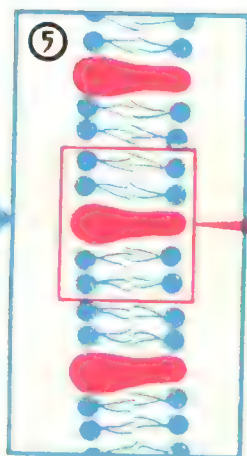
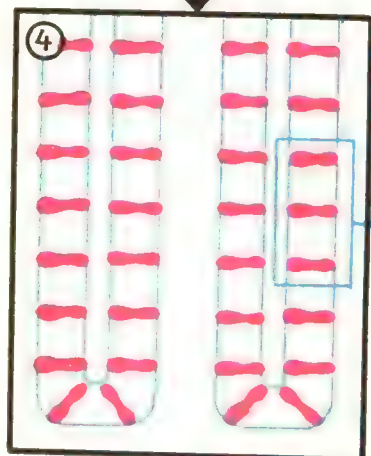
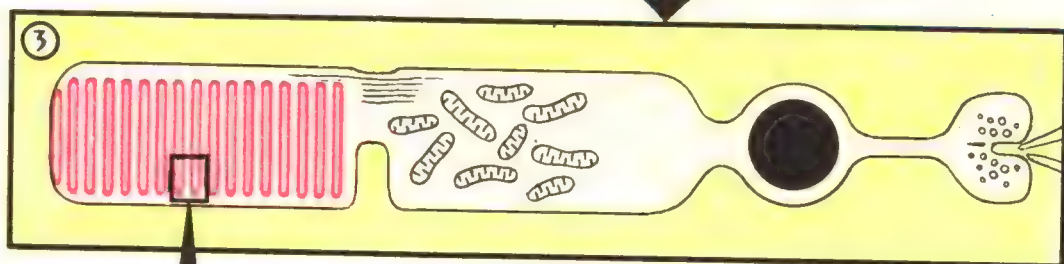
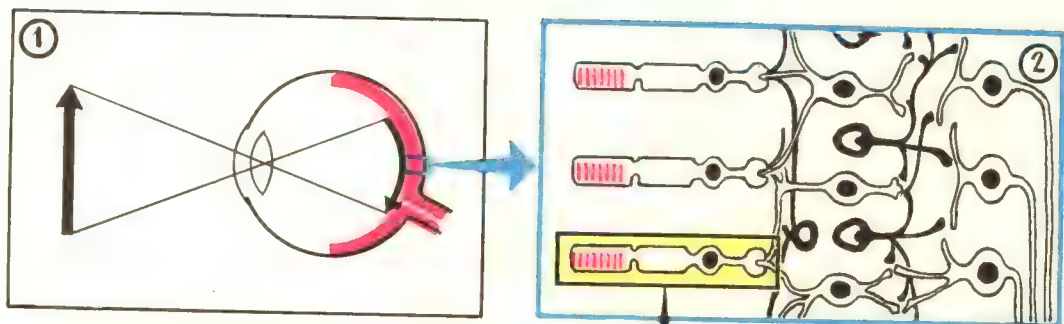
$$f'' = f \left( 1 - \frac{v}{C} \right) = 25 \left( 1 - \frac{20}{50} \right) = 15 \text{ Гц} ; \lambda'' = \frac{C}{f''} = \frac{50}{15} \approx 3,3 \text{ см}$$

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ 1-го и 2-го ОПЫТОВ











В. Рисунок из наклонных брид. В середине каждого ромба один двойной плоский узел 1—8—1. В первом же ряду в каждом клине добавьте 1 нитку. Заранее рассчитать длину дополнительной нити сложно. Поэтому, дойдя до прибавления, измерьте длину рабочей нити и отрежьте дополнительную нить в два раза длиннее рабочей. Дополнительную нить приколите за середину под узелковой цепочкой (см. схему), концы этой нити вплетите в бриды. Так выполняются все прибавления в клиньях.

Г. Узелковые цепочки длиной восемь узлов.

Д. Медальоны из брид. В середине каждого медальона два одинарных плоских узла или полуузла на 6 нитях 1—4—1.

Е. Узелковые цепочки длиной десять узлов.

Ж. Ромбы из брид. В середине ромба полтора двойных плоских узла на 8 нитях 1—6—1. В третьем ряду в каждом клине добавляется по 2 нити.

З. 1. Узелковые цепочки длиной 14 узлов.

2. Плоский шнур длиной двадцать узлов.

К. Медальоны из брид. В середине медальона 6 центральных нитей (по 3 с каждой стороны) перекручиваются. В каждом клине добавляется по 2 нити.

Л. 1. Узелковые цепочки длиной двадцать два узла.

2. Плоский шнур длиной пятнадцать узлов.

М. Три ряда наклонных брид. В первом ряду в каждом клине добавляется по 16 дополнительных нитей. Нити навешиваются репсовым узлом.

Салфетка заканчивается бахромой.

## ДЕВИЧНИК

(№ 9, 1981 г.)

Суть метода Генри Э. Дюдодени состоит в том, что поля шахматной доски заменяются пуговицами, а все возможные ходы отмечаются линиями, соединяющими эти поля-пуговицы.

Затем схема по возможности упрощается без нарушения связей. Например, мини-доску в этой задаче можно преобразовать в такую схему: стоящие рядом с пуговицами буквы показывают, какие фишки должны стоять в этих клетках после всех перестановок.

Начнем с левой части схемы, переставим туда фишки с буквами, которые должны там стоять: (поскольку ход может быть сделан только на свободное поле, мы будем указывать только фишки-буквы в порядке их перемещений) 3 Н<sub>2</sub> И<sub>1</sub> Д А<sub>1</sub> И<sub>2</sub> Н<sub>3</sub> И<sub>1</sub> Д А<sub>1</sub> И<sub>2</sub> Н<sub>3</sub> Я<sub>1</sub> Н<sub>1</sub> Л И<sub>2</sub> Н<sub>3</sub> Я<sub>1</sub> И<sub>1</sub>. Таким образом, в клетках а1, b3, с2 и d4 теперь стоят фишки Т, И<sub>1</sub>, Н<sub>3</sub> и Я<sub>1</sub>. «Отрежем» нити по пунктирной линии, чтобы к левой части больше не возвращаться. Оставшуюся правую часть удобнее перестроить так, чтобы нити не перекрещивались.

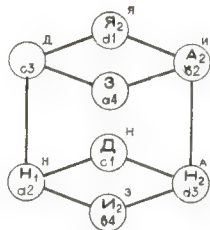
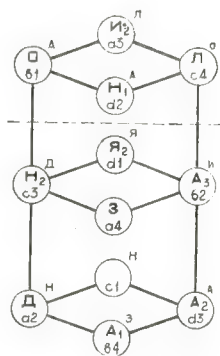
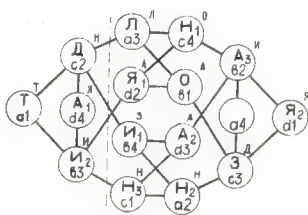
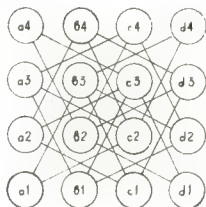
Продолжаем решение. Заполним соответствующими фишками верхние 4 клетки: Д Н<sub>2</sub> О И<sub>2</sub> Л А<sub>3</sub> З О Я<sub>2</sub> З О Я<sub>2</sub> И<sub>2</sub> Н<sub>1</sub> А<sub>3</sub> О А<sub>2</sub> А<sub>1</sub> Н<sub>2</sub> И<sub>2</sub> Н<sub>1</sub> Л О А<sub>2</sub> А<sub>1</sub> Н<sub>2</sub> И<sub>2</sub> Н<sub>1</sub> З А<sub>1</sub> Я<sub>2</sub> З А<sub>1</sub> Я<sub>2</sub> А<sub>2</sub> О Л А<sub>1</sub>.

Отсечем по пунктирной линии и эту часть рисунка с клетками а3, b1, с4 и d2 с расположенными на них фишками Л, А<sub>1</sub>, О и А<sub>3</sub>. Остается совсем простая схема. Далее: Н<sub>1</sub> И<sub>2</sub> Н<sub>2</sub> А<sub>2</sub> З Н<sub>1</sub> И<sub>2</sub> Д А<sub>2</sub> З Н<sub>1</sub> И<sub>2</sub> Д Н<sub>2</sub> З А<sub>2</sub> Н<sub>2</sub> З А<sub>2</sub> Н<sub>1</sub> И<sub>2</sub> Д З Н<sub>2</sub> Н<sub>1</sub> А<sub>2</sub> Н<sub>2</sub> З Д И<sub>2</sub> А<sub>2</sub> Н<sub>2</sub> З Н<sub>1</sub> Н<sub>2</sub> А<sub>2</sub> И<sub>2</sub>.

Задача решена. Несомненно, что ЭВМ сможет решить эту головоломку за меньшее число ходов. Она сделает это полным перебором всех возможных вариантов. Нам же пришлось действовать по плану, переключая внимание с одних групп полей на другие.

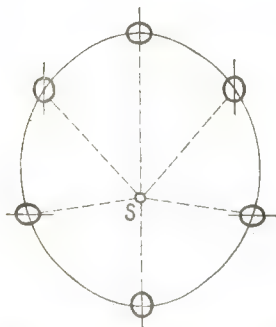
Ходом амазонки перестановку можно произвести за 14 ходов: З О А<sub>3</sub> И<sub>2</sub> Я<sub>1</sub> А<sub>2</sub> А<sub>1</sub> Я<sub>1</sub> И<sub>1</sub> Н<sub>1</sub> О Д Н<sub>1</sub> З.

	И <sub>1</sub>	Н <sub>1</sub>	А <sub>1</sub>
Л	И <sub>2</sub>	З	А <sub>2</sub>
Н <sub>2</sub>	А <sub>3</sub>	Д	Я <sub>1</sub>
Т	О	Н <sub>3</sub>	Я <sub>2</sub>

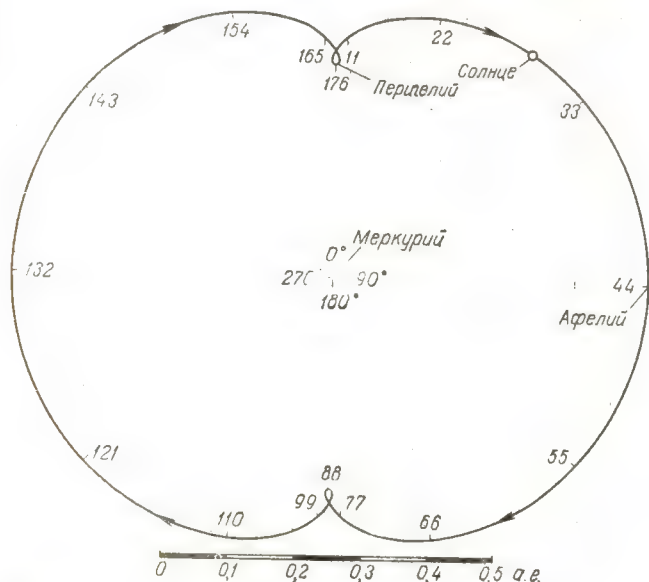




Одна из удачных наземных фотографий Меркурия (монтаж нескольких снимков!).



Схема, поясняющая вращение и обращение Меркурия.



## АСТРОНОМИЯ МЕРКУРИЯ

Привыкнув к земной смене дня и ночи, времен года, а также к закономерностям суточного и годового движения светил на небесной сфере, мы редко задумываемся над тем, что есть планеты, где все это происходит совсем не так... А отчего, собственно, наблюдаемые на небе явления могли бы стать непохожими на наши? Для этого не так уж много надо: во-первых, планета должна вращаться вокруг своей оси иначе, чем Земля, например, значительно медленнее или, скажем, в обратном направлении — с востока на запад. Во-вторых, должен быть другим наклон оси планеты к плоскости ее орбиты — от этого зависит закономерность смены времен года. В-третьих, некоторые непривычные для нас явления мы обнаружили бы на небе планеты, движущейся вокруг Солнца по орбите с ошутимым эксцентриситетом, то есть по вытянутой, более заметно отличающейся от окружности орбите, чем орбита Земли. Наконец, чтобы с поверхности какой-то планеты действи-

тельно увидеть «дикий» явления, происходящие вследствие таких изменений во вращении, нужна прозрачная атмосфера.

Сравнительно недавно стало известно, что подобные «дикий» происходят на Меркурии — самой близкой к Солнцу планете. По размерам она лишь немного превосходит Луну (диаметр Меркурия — 4865 километров, а Луны — 3474 километра).

Меркурий на нашем небе появляется незадолго до восхода Солнца или вскоре после захода дневного светила. Пифагорейцы называли его искрящимся. Вероятно, за сходство с солнечной искоркой. Еще раньше, у древних греков, которые, как и вавилоняне, называли планеты именами своих богов, встречается название — звезда Гермеса, оно было дано самой быстрой из планет (появляющейся на короткое время) в честь очень проворного бога купцов и путешественников. Сходный смысл имеет и пришедшее позднее римское обозначение планеты — Меркурий (от латинского слова *merx* — «товар»). Это название стало общепризнанным.

В истории имени планеты отражены результаты наблюдений древних астрономов. От их внимания не ускользнули такие присущие Меркурию особенности, как быстрое перемещение на небосводе и «неразлучность» с Солнцем. К сожалению, из-за этой «неразлучности» Меркурий не так-то просто отыскать на небе. Любителям астрономии приходится ловить благоприятные для наблюдений периоды утрен-

Видимый путь Солнца на небе Меркурия похож на траекторию движения небесных тел в системе мира К. Птолемея. Расстояния и положения на орбите нанесены через 11 суток. Показанные на схеме петли наблюдатель увидел бы, когда планета находилась вблизи перигелия.



**Радиолокация** — какой-либо вращающейся планеты. Частота сигнала, отраженного движущимся на наблюдателя краем планеты вследствие эффекта Доплера возрастает, а от наблюдателя — убывает. Анализ наблюдаемых сдвигов позволяет определить период вращения планеты.



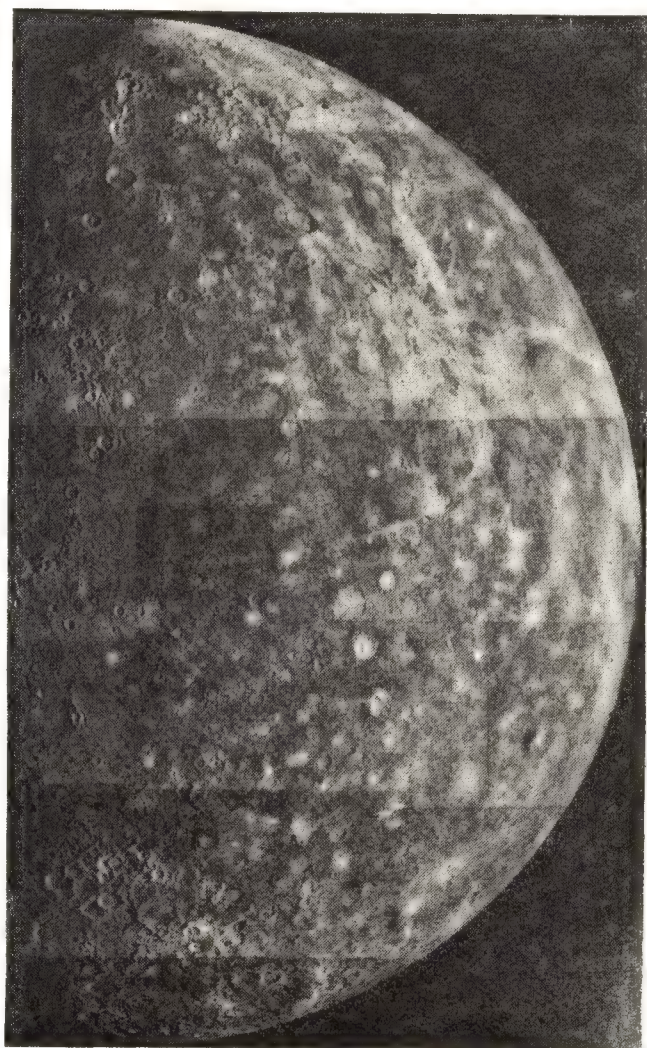
ней или вечерней видимости планеты. Скорее всего это легенда, но она довольно широко распространена, о том, что Копернику ни разу в жизни не довелось увидеть Меркурий. Само рождение подобных слухов опять-таки обусловлено капризными условиями видимости Меркурия.

Ближе всего к Земле Меркурий бывает в нижнем соединении (расстояние между планетами — 80 миллионов километров), но в это время он не виден, потому что обращен к Земле стороной, не освещенной Солнцем. Лучшее время для наблюдений наступает тогда, когда планета находится в наибольшем угловом удалении от Солнца (элонгация планеты). Но Меркурий никогда не удаляется от Солнца больше, чем на  $28^\circ$ , поэтому его можно видеть всегда только на фоне вечерней или утренней зари низко над горизонтом. Продолжительность видимости Меркурия перед восходом или после захода Солнца зависит не только от величины видимого угла удаления от Солнца, но и от склонения Меркурия и Солнца и от географической широты места наблюдения. Например, если склонение Меркурия при восточной элонгации (вечерняя видимость) больше склонения Солнца, то путь планеты пройдет сравнительно высоко над горизонтом и видимость планеты будет продолжительной. При этом наибольшей высоты над горизонтом Меркурий достигнет в южных широтах Земли.

Меркурий трудно наблюдать, необычайно трудно что-либо рассмотреть в телескоп на его поверхности — это под силу только опытнейшим наблюдателям.

Но и для них тут скрыто немало подводных камней. Так, например, Дж. Скиапарелли (который примерно сто лет назад «открыл» марсианские каналы), основываясь на многочисленных зарисовках деталей Меркурия, обосновал вывод о том, что один оборот вокруг своей оси планета делает за то же

время, что и вокруг Солнца. Иными словами, он утверждал, что Меркурий обладает синхронным вращением (период вращения равен периоду обращения). Почти 80 лет это считалось доказанным и не вызывало сомнений, тем более что хорошо известен факт синхронного вращения нашей Луны. По-



Меркурий (снимок сделан «Маринером-10»).



добно тому, как Луна обращена к Земле одной стороной, Меркурий, как полагали до 1965 года, обращен одной стороной к Солнцу. При этом Меркурий можно было по праву называть и самой горячей и самой холодной планетой. Так астрономы и представляли себе его до тех пор, пока радиолокационные наблюдения, выполненные с помощью 300-метрового радиотелескопа обсерватории Арецибо (Пуэрто-Рико), опровергли устоявшиеся взгляды. В результате этих и последующих наблюдений оказалось, что период вращения Меркурия вокруг своей оси составляет в точности  $2/3$  периода обращения планеты вокруг Солнца и равен 58,646 земных суток.

Этот результат, совершенно непохожий ни на вывод Скиапарелли, ни на данные еще более ранних наблюдателей о том, что период вращения Меркурия будто бы близок к земным суткам, вскоре нашел и теоретическое объяснение.

Считается, что экватор планеты имеет как бы два горба, направленных в противоположные стороны. В перигелии (наименьшее расстояние от Солнца) к Солнцу направлен один из горбов, вблизи афелия (наибольшее расстояние от Солнца) горбы направлены перпендикулярно к радиусу — вектору планеты, а при следующем приближении к перигелию уже другой горб смотрит на Солнце. Словом, Меркурий подставляет Солнцу то одну свою сторону, то другую и вращается весьма своеобразно.

Чем же все-таки объяснить многолетние заблуждения астрономов, которые считали, основываясь на своих наблюдениях, что они всегда видят одну и ту же сторону Меркурия? Теперь во всем этом уже можно разобраться. Мы знаем, что за 58,65 земных суток Меркурий делает оборот вокруг оси, за 88 — вокруг Солнца, легко доказать, что солнечные сутки на нем длятся 176 земных суток. Таким образом, пока планета делает два оборота вокруг Солнца, она успеет совершить три оборота вокруг

оси, и за это время на ней пройдут лишь одни солнечные сутки. Через каждые 116 суток повторяются одноименные элонгации планеты, то есть Меркурий, двигаясь вокруг Солнца по своей орбите, возвращается для наблюдателя с Земли в прежнее положение относительно Солнца. Но не в каждой элонгации планета хорошо видна, поскольку более высокое склонение, чем у Солнца, Меркурий имеет только весной или зимой по вечерам, а летом и осенью — по утрам. Такие последовательные особенно благоприятные элонгации наступают через 348 земных суток (что составляет примерно 6 периодов вращения Меркурия вокруг оси). Если наблюдать Меркурий через эти 348 суток, то действительно можно увидеть на нем одни и те же детали и сделать ошибочный вывод о том, что планета всегда обращена к Солнцу одной и той же стороной...

Это один из многих примеров, которыми так богата наука о Вселенной и которые показывают, что природа неизмеримо изобретательнее привычных нам схем. Удивительные, с точки зрения землян, явления, происходящие на небе Меркурия, в еще большей степени подтверждают сказанное.

Из-за того, что орбита Меркурия имеет значительный эксцентриситет, то есть заметно вытянута (степень вытянутости орбиты Меркурия составляет 0,206, а орбиты Земли — 0,017), расстояние Меркурия от Солнца, орбитальная скорость планеты и угловые размеры Солнца меняются в больших пределах. Например, в перигелии расстояние Меркурия от Солнца равно 0,308 а. е., и с этого расстояния угловой диаметр Солнца  $1,6^\circ$  (то есть более чем в 3 раза превышает угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Земли). В афелии Меркурий удален от Солнца на 0,467 а. е., в это время диаметр дневного светила на Меркурии будет  $1,1^\circ$ . Ось планеты практически перпендикулярна к плоскости орбиты Меркурия. Отсюда следует, что смены времен года там не происхо-

дит. Но смена дня и ночи есть, причем день и ночь продолжаются по 88 суток (половина солнечных суток), а значит, каждое время суток на Меркурии равно году этой планеты...

Картина суточного движения Солнца существенно меняется в зависимости от точки, из которой ведется наблюдение. Если, например, наблюдатель расположится на экваторе планеты и именно в том его месте, где Солнце при наименьшем расстоянии от Меркурия находится в зените, он увидит такую картину. Восходящее Солнце по мере приближения к зениту будет становиться все больше и больше, а двигаться при этом все медленнее. Вблизи зенита Солнце остановится, немного сдвинется в обратную сторону, а затем снова покатится в «нужном» направлении, к точке своего захода на горизонте, увеличивая скорость и уменьшая в размерах.

Всего лишь картину увидит наблюдатель, расположенный тоже на экваторе, но в точке, смещенной относительно первого пункта на  $90^\circ$  по долготе. Он увидит маленькое Солнце, которое в полдень сравнительно быстро (по меркурианским понятиям) перемещается на небо, а при восходе и заходе дневное светило увеличивается в размерах и движется весьма замысловато. Например, Солнце будет всходить «поэтапно»: сначала оно появится почти целиком, потом снова почти полностью спрячется, а затем начнет подниматься, убыстряя свое движение. И за горизонт Солнце уйдет не сразу: сначала совершится как бы «пробный» заход, когда оно почти скроется за горизонт, но потом вновь поднимется, чтобы вскоре окончательно зайти. Если вы попытаетесь себе все это представить, не забудьте о том, что Меркурий вращается вокруг оси почти в 60 раз медленнее, чем Земля. Поэтому Солнце там перемещается на небе очень медленно, например, над горизонтом оно поднимается со средней скоростью около одного градуса за 12 часов. «Пробные» появления и ис-



● Планер без шасси, представляющий собой как бы гибрид обычного планера с дельтапланом, построен двумя западногерманскими инженерами. Колеса шасси отсутствуют, вместо них служат ноги планериста. Стартуют на новом планере со склона против ветра.



### ЛЕТАЮЩАЯ АЗБУКА

Все началось с цифры 1. Американский фотограф К. Сандвед рылся на чердаке Вашингтонского музея естественной истории в ящиках с экзотическими бабочками. Почти под самой крышей (пришлось воспользоваться стремянкой) Сандвед нашел бабочку из Китая. На каждом крыле четко выделялась ярко-красная цифра 1.

Сандвед был изумлен. Он, специалист по съемкам животных, объездил весь свет, фотографируя редкие виды бабочек. Но единица на крыльях — такое ему не попадалось ни в бразильских джунглях, ни в лесах Новой Гвинеи. С этих пор в своих экспедициях Сандвед стал искать — и скоро нашел — новые примеры странных узоров на крыльях бабочек. А на

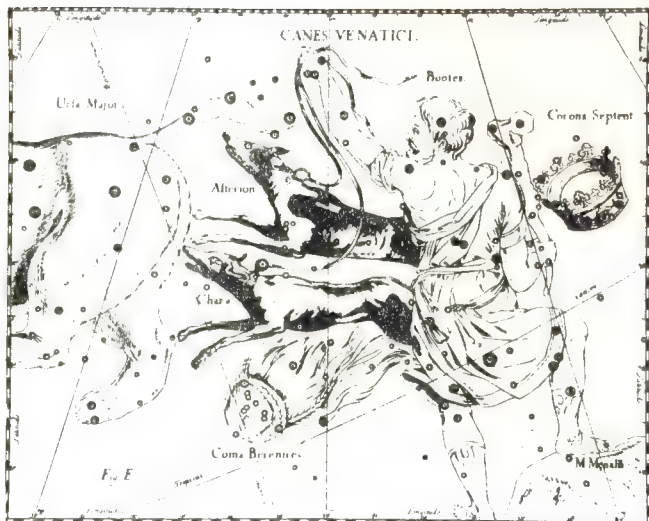


крыльях попадались не только цифры, но и буквы. Теперь после 15 лет поисков он может документально доказать, что на крыльях бабочек можно найти весь латинский алфавит, многие греческие буквы (известна, например, совка-гамма, названная так за букву «гамма» на каждом крыле), а также все цифры от нуля до девяти и все знаки препинания.

Разумеется, узоры на крыльях бабочек напоминают цифры и буквы совершенно случайно. Основная задача этих пятен и линий — маскировать насекомое среди листьев, теней и солнечных бликов. Круги могут имитировать большие глаза, которые должны отпугивать хищника.

На снимках: бразильская бабочка с номером 80 на крыльях; образцы цифр и букв с крыльев различных видов бабочек.





Созвездие Гончих Псов в «Атласе» Я. Гевелия.



Раздел ведет кандидат педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

## «ВОДОВОРОТ» В ГОНЧИХ ПСАХ

«Сходство спиралей с системами, плывущими в водовороте, безусловно, должно дать толчок воображению...»

Вильям Парсонс.

Обладатели даже небольших астрономических труб (диаметр объектива — 50

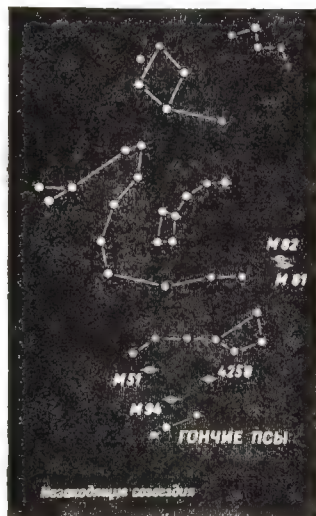
мм, увеличение 20 раз) могут отыскать на небе удивительный объект — двойную галактику в созвездии Гончих Псов (звездная величина галактики 8,9<sup>m</sup>). Созвездие Гончих Псов весьма бедно звездами, но найти его нетрудно, оно как бы приоткрылось под ручкой ковша Большой Медведицы. Гончие Псы, подобно Большой Медведице, Малой Медведице, Кассиопее, Дракону, Цефею, — это на нашем небе не заходящие созвездия.

Как же найти двойную галактику (ее обозначение M51 по каталогу Мессье 1781 года и NGC5194 по Новому общему каталогу 1881 года), которую нередко просто называют галактикой «Водоворот»? Экваториальные координаты ее  $\alpha = 13^h 27,8^m$ ,  $\delta = +47^\circ 27'$ . Найдя эту точку на звездной карте, вы убедитесь, что она расположена в вершине равностороннего тре-

угольника, две другие вершины которого  $\eta$  Большой Медведицы и звезда 21 Гончих Псов. Можно вообразить и другой почти прямоугольный треугольник, основанием которого будет прямая, соединяющая две доступные невооруженному глазу звезды созвездия Гончих Псов  $\alpha$  (ее блеск 2,8<sup>m</sup>) и  $\beta$  (4,3<sup>m</sup>), а угол, близкий к прямому, при вершине  $\alpha$  Гончих Псов. Уже в небольшой телескоп можно увидеть не только основную галактику NGC5194, но и ее спутник NGC5195. В более крупные любительские телескопы (диаметр объектива свыше 300 мм, увеличение около 100 раз) вы сумеете рассмотреть спиральную структуру галактики NGC5194.

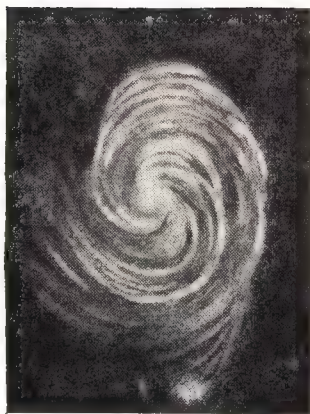
На фотографиях, полученных с большими телескопами, отчетливо видно, что NGC5195 находится на продолжении мощной спиральной ветви основной галактики. Перед нами пара взаимодействующих галактик, соединенных звездным мостом, а не просто случайная проекция на небесную сферу двух независимых галактик. Сейчас благодаря трудам многих астрономов (и прежде всего известного советского астронома профессора Б. А. Воронцова-Вельяминова) открыто много взаимодействующих галактик, но «Водоворот» считают классическим образцом галактик такого рода. Удачно повернутая к нам, словно красиво позирующая нам, галактика M51 давно стала своеобразным символом внегалактической астрономии. Ее изображение часто можно увидеть на обложках научно-популярных книг и журналов.

Это сейчас. А немногим более ста лет назад астрономы не знали о спиральной структуре M51. Ее открыл в 1845—1848 годах ирландский астроном Вильям Парсонс (лорд Росс), построивший большой телескоп-рефлектор (диаметр



Гончие Псы и некоторые другие незаходящие созвездия.



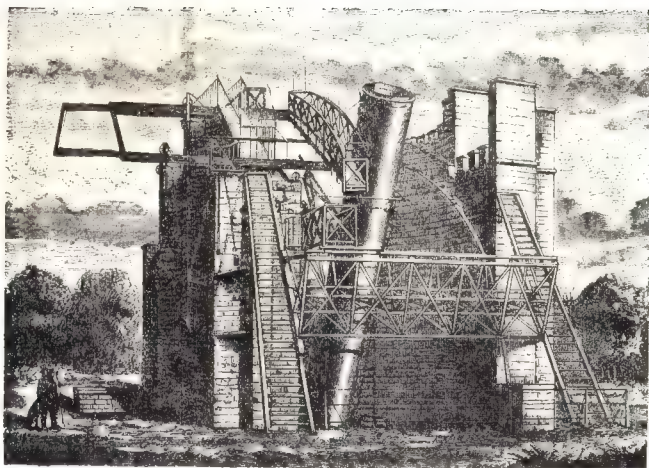


Такой увидел Росс спиральную туманность «Водоворот».

зеркала — 182 см, фокусное расстояние — 17 м) и установивший его в Бир Касле (Ирландия). Более 20 миллионов лет мчится луч света к нам от таинственного «звездоворота», остающегося до сих пор загадочным механизмом образования спиральных ветвей галактик.

Вопрос о том, как произошли и почему длительное время сохраняются спиральные ветви, возникал и находил то или иное разрешение на протяжении всей истории внегалактической астрономии. (Тех, кто заинтересуется этим подробнее, мы отсылаем к статьям в журнале «Земля и Вселенная», 1971, № 1 и 1981 № 6.)

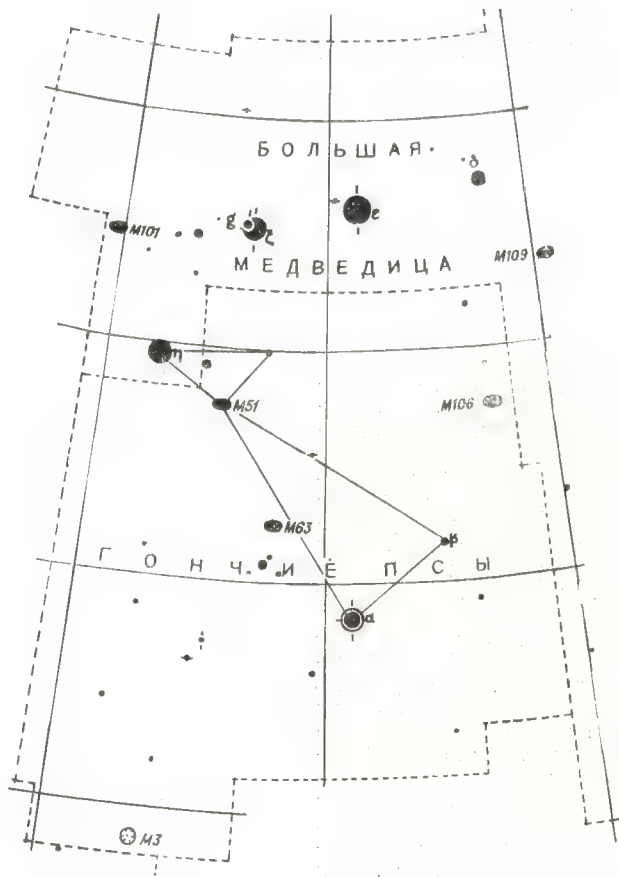
Лорд Росс, открыв звездный «водоворот», сказал, что считает бессмысленным гадать о динамическом состоянии спиральной системы. После него английский астроном Джеймс Хонвуд Джинс, известный своими космогоническими исследованиями и научно-популярными книгами, фантазировал о том, что спиральные системы служат местом соединений различных вселенных: вещество из других вселенных изливается в нашу. Были и более конкретные гипотезы, авторы которых пытались объяснить механизм возникновения спиральных ветвей. На одну из них прямо натапливают наблюдения: угловая скорость вращения галактик

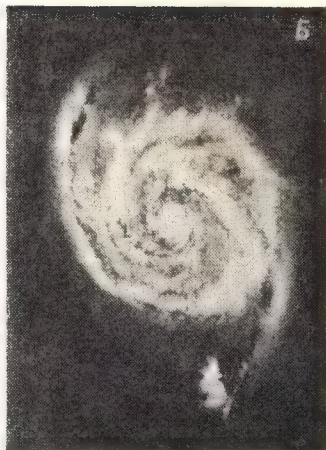
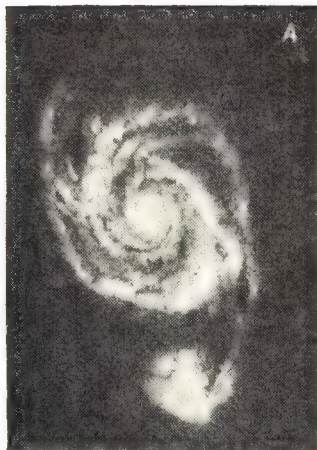


уменьшается по мере удаления от центра галактик (дифференциальное вращение галактик). Не это ли растягивает вещество, входящее в состав галактики, сосредоточивая его в спирали? Казалось бы, просто и убедительно. Но если бы все было так просто, то

Телескоп-рефлектор Росса, построенный в середине XIX века и долгое время остававшийся самым большим телескопом (диаметр зеркала — 182 см, фокусное расстояние — 17 м).

Фрагмент карты звездного неба с изображением созвездия Гончих Псов и соседних созвездий.





**Сравнивая три фотографии галактики М51, полученные в белом свете, синих и красных лучах (слева направо: А, Б, В), нетрудно обнаружить различие в узорах, образованных звездами разных возрастов.**

спиральные узоры, созданные дифференциальным вращением; им бы и разрушались. Развивая эту гипотезу, астрономы предположили существование механизма, который «автоматически» все время возрождает спиральные ветви (на смену разрушенным спиральным приходят новые). В основе действия такого механизма — взаимодействие гравитации, сжимающей газовую составляющую галактики, и давления газа, противодействующее сжатию. Как только давление газа уменьшится, силы гравитации, сжимая газ, создадут сгустки, которым дифференциальное вращение придаст форму спиралей. Некоторые из образовавшихся сгустков могут превратиться в звезды. Если же возрастает давление газа, например, вследствие нагревания газа горячими звездами, то это давление помогает дифференциальному вращению рассеять возникшие спирали. Потом все начнется сначала. К сожалению, и эта модифицированная гипотеза тоже наталкивается на множество неразрешимых вопросов. Астрономы сейчас практически отказались от нее и

отдают предпочтение различным вариантам «волновой» гипотезы. Основная идея этой гипотезы, впервые сформулированной в 30-х годах шведским астрономом Бертилом Линнбадом, сводится к следующему.

Спирали как бы проявляются, делают доступными для наблюдения «волны плотности». Такие то разрежения, то сжатия могут периодически образовываться во вращающейся среде, обладающей своеобразной упругостью и состоящей из частиц (в галактиках частицы — это не только частицы газа, но и звезды!), связанных силами тяготения.

«Волны плотности» в настоящее время рассматриваются специалистами как один из решающих факторов в теории возникновения спиралей и звездообразования. Советские астрономы Л. С. Марочник и А. А. Сучков, предложившие один из вариантов «волновой» гипотезы, проанализировали взаимодействия различных подсистем галактик. Поясним, в чем тут дело: вращающийся диск из молодых звезд и газа образует плоскую подсистему, а старые звезды образуют шаровые скопления и некоторые другие объекты, которые, сгущаясь к центру галактики, составляют весьма массивную сферическую подсистему. Обе подсистемы вращаются, причем плоская в несколько раз быстрее сферической. Можно

представить себе, что плоская подсистема (в грубом приближении) как бы движется сквозь сферическую. «Волны плотности» возникают именно в плоской подсистеме. А некоторые из звезд сферической системы, которые в своем движении отстают от «волн плотности», способны, по мнению теоретиков, увеличивать энергию и амплитуду этих волн. Как результат такого взаимодействия возникают закручивающиеся и раскручивающиеся спирали галактик. По мнению авторов, эта гипотеза способна объяснить ряд наблюдаемых различий в спиральных узорах, которые создают молодые (голубые) и старые (красные) звезды.

Теорию спиральной структуры астрономы разных стран продолжают активно разрабатывать, считая, что природа галактических спиралей еще во многом загадочна. Делаются попытки объяснить (и наглядно показать с помощью средств электронно-вычислительной техники), что спирали галактик образуются под воздействием соседних галактик («приливная» гипотеза). Некоторые астрономы считают, что главное в механизме образования спиралей — это не гравитационные, а магнитные силы.

С характером сил, действующих в мире галактик, связано немало проблем. Причудливые формы взаи-



модействующих галактик, их «мосты», «хвосты» и т. д. иногда бывает трудно объяснить гравитационными и магнитными силами. По мнению Б. А. Воронцова-Вельяминова, исследование таких галактических систем может еще преподнести астрономам сюрпризы. Проводя аналогию с открытием ядерных сил в микромире, Б. А. Воронцов-Вельяминов не исключает возможность того, что в мегамире могут быть обнаружены не наблюдаемые нигде более силы электромагнитного взаимодействия...

«Водоворот» — интереснейшая, но не единственная достопримечательность созвездия Гончих Псов. Прежде чем немного рассказать о других, напомним, что, согласно некоторым мифам, Гончие Псы помогали Волопасу («Наука и жизнь», 1979, № 2) охранять Большую Медведицу. Современное название созвездия было предложено в XVII веке знаменитым польским астрономом Яном Гевелием. Двум наиболее ярким звездам созвездия Гевелий дал имена: Астерион и Хара. Иногда их называют Северной Собакой и Южной Собакой.

а Гончих Псов — сложная звездная система. Уже в небольшой телескоп (или даже в бинокль) видно, что это двойная звезда. Ее компоненты — голубой гигант (2,9<sup>m</sup>) и желтоватый спутник (5,4<sup>m</sup>) — разделены угловым расстоянием 20'', а каждый из компонентов

представляет собой тесную спектрально-двойную звезду. В 1913 году русский астроном А. А. Белопольский, наблюдая а Гончих Псов, открыл странную переменность спектра: интенсивность хорошо заметных в спектре линий редкоземельных металлов периодически изменялась. В 40-х годах известный исследователь магнитных полей, звезд и Солнца американский астроном Х. У. Бэбкок обнаружил, что указанная переменность спектра обусловлена периодическим изменением магнитного поля. Впоследствии были найдены и другие подобные звезды, но звезда в Гончих Псах, у которой переменное поле изменяется с периодом 5,5<sup>д</sup> (дней) и амплитудой около 3000 Гс, стала прототипом особого класса магнитно-переменных звезд. Причины столь мощных магнитных полей звезд и переменности этих полей до сих пор остаются неясными.

Из других типов переменных звезд, представители которых есть в Гончих Псах, назовем две. Во-первых, это У Гончих Псов ( $\alpha = 12^h 42,8^m$ ,  $\delta = 45^\circ 43'$ ), которая относится к полуправильным переменным звездам (с периодом изменения блеска 158 суток, блеск меняется от 5,2<sup>m</sup> до 6,6<sup>m</sup>). Во-вторых, R Гончих Псов. Это долгопериодическая переменная (период 328 суток), блеск которой меняется от 7,3<sup>m</sup> до 12,9<sup>m</sup>.

В небольшие любительские телескопы можно обнаружить в Гончих Псах еще две спиральных галактики NGC4736 (или M94;  $\alpha = 12^h 48,6^m$  и  $\delta = 41^\circ 23'$ ; 8,3<sup>m</sup>) и NGC5055 (или M63;  $\alpha = 12^h 48,6^m$  и  $\delta = 41^\circ 23'$  8,7<sup>m</sup>), а также шаровое звездное скопление M3 (или NGC5272;  $\alpha = 13^h 39^m$  и  $\delta = 28^\circ 30'$ ; 7<sup>m</sup>).

От латинского названия созвездия Гончих Псов (Canes Venatici) получил свое название метеоритный поток Каниды, который, однако, относится к числу малопримечательных потоков.

## ПЛАНЕТЫ В НОЯБРЕ—ДЕКАБРЕ

Меркурий виден утром только в первой половине ноября в созвездии Девы, а затем в созвездии Весов; блеск планеты минус 0,7<sup>m</sup>.

Венера будет видна по вечерам в ноябре в созвездии Стрельца, а в декабре — в созвездии Козерога. Наибольшего блеска (минус 4,4<sup>m</sup>) планета достигнет в середине декабря.

Марс будет виден под утро в ноябре в созвездии Льва, а в декабре — в созвездии Девы (максимальный блеск плюс 0,9<sup>m</sup>).

Юпитер будет виден под утро в созвездии Девы (блеск минус 1,3<sup>m</sup>).

Сатурн будет виден также под утро и тоже в созвездии Девы как светило первой звездной величины.

## ПОПРАВКА

В реферате «Онегин» по-английски (№ 7, стр. 9) в правой колонке с 10-й строки следует читать: «закономерно чередуются мужские и женские рифмы, следуя схеме АБАБВВггДееДжж. (Условно прописными буквами обозначают женскую рифму, когда ударение падает на предпоследний слог, а строчными — мужскую рифму с ударением на последнем слоге:

«Мой дядя самых честных правил,  
Когда не в шутку занемог,  
Он уважать себя заставил,  
И лучше выдумать не мог».)

# ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ

Известно, что нередко вскоре после своего появления те или иные монеты получали характерные, чаще всего иронические прозвища. Поводом служили порой изображения на монете, ее вид.

## ПРОЗВИЩА МОНЕТ

**В Древнем мире.** Древние греки на монетах помещали изображения птиц, животных, земноводных, которыми поклонялись жители греческих городов. В Афинах монеты назывались «сова» — по изображению совы, в Эгине — «черепахи», в Коринфе — «жеребята» или «крылатые пегасы». В древней Персии популярными монетами считались «лучники» или «дарики», на них был изображен царь Дарий — воин, натягивающий тетиву.

**В Англии.** Во времена правления в Англии короля Георга III (1738—1820 гг.) массовый характер приняла подделка серебряных и медных монет. Чтобы бороться с подделками — множеством легковесных монет, — было решено выпустить такую медную монету, которую было бы невыгодно подделывать: содержание металла в монете соответствовало бы его стоимости. В обращение поступили медные двухпенсовики весом в две унции (более 60 граммов). За свои размеры и вид монета сразу же получила у населения прозвище «колесо телеги».

«Шляпой» называлась монета шотландского короля Якова VI, чеканившаяся в 1591—1593 годах. Название произошло от изображения короля, на голове которого была шляпа.

«Пучковым пенни» или «пучком» прозвали в XIX веке бронзовую монету достоинством в одно пенни. На монете был виден пучок волос на голове королевы Виктории.

В современной Англии монета в один шиллинг в простонародье известна под прозвищем «боб».

В соответствии с одной версией монета названа по

имени популярного английского деятеля XIX века, сэра Роберта Пила (1788—1850 гг.): «50б» — уменьшительное от Роберта.

Английская монета в шесть пенни называется «таннер». Это прозвище происходит от фамилии Джона Таннера, главного гравера королевского двора Англии в XVIII веке. До появления «таннера» шестипенсовик назывался в народе «симоном» — по имени Томаса Симона, гравера монет и медалей времен Кромвеля (XII в.).

Английский серебряный четырехпенсовик, чеканившийся в 1836 году, был известен как «джоуи» — по уменьшительному имени члена парламента Джозефа Хьюма (1777—1855 гг.), который предложил чеканить специальную монету для оплаты поездок на кабриолете на небольшие расстояния. Прозвище монете дали местные ямщики, недовольные снижением цен на этот вид транспорта. До выпуска этой монеты такса за подобные поездки составляла шесть пенни.

**Во Франции и Испании.** Золотая французская монета, которая чеканилась в XIII—XIV веках, получила прозвище «ягненок». Действительно, на реверсе этой монеты помещалось изображение ягненка.

Прозвище «ком», «глыба» связано с испанской монетой, бывшей в обращении, примерно в 1580—1600 годах во времена королей Филиппа II и Филиппа III. Такие монеты отсекались от серебряного бруска и чеканились грубыми, некачественными штампами.

**В Голландии.** В голландском городе Гронингене в 1577—1609 годах чеканили мелкие монеты — полуштиверы (или полуштюберы). Они были весьма тонкими и



1. Афины, VI—V вв. Денадрахма — «сова».
2. Англия. 1797 год. 2 пенса — «колесо телеги».
3. Англия. 1860—1894 годы. 1 пенни — «пучок».
4. Англия. 1971 год. 50 пенсов. «Оловянная Лиззи».
- 5—6. Россия. 1725 год. 1 рубль — «крестовик».
- 7—8. Россия. 1725 год. 1 рубль — «оборотник», или «траурный».



оценки рудного месторождения — по образцам, содержащим элементы, являющиеся обязательными спутниками рудных металлов. Причем образец может быть взят и не из жилы, а из прилегающих к ней пластов и даже с поверхности.

Зная физико-химические закономерности образования рудного тела, ориентируясь на элементы-спутники, можно по керну прочитывать геологическое состояние района, в котором идет разведка.

Результаты такого геохимического анализа, точнее, геохимической разведки, имеют высокую достоверность.

**«Наука и техника» № 11, 1980 г.**

## КАК ЗАКАЛИЛОСЬ ДЕРЕВО

Если строителям предложить разные лесоматериалы на выбор, то большинство, конечно, предпочтет иметь дело с дубом, ясенем, орехом, то есть твердыми, благородными сортами дерева. Но реально работать приходится и с осиной, и с липой, и с то-

полем, у которых древесина мягкая, непрочная.

Нельзя ли, так сказать, закалить эти породы деревьев, придать им надежность, прочность?

В Институте химии древесины АН Латвийской ССР нашли такую возможность: в специальной камере дерево мягких пород, нарезанное тонкими пластинами, пропитывают аммиаком, а затем пропускают между валами пресса. Дерево, обработанное таким способом — пластифицированное — обретает высокую твердость.

За счет чего же это происходит? За счет уплотнения рыхлой структуры мягкого дерева, заполнения пустот при прессовании и удаления лишней влаги. Из пластифицированного дерева, которому аммиак придает приятный темный цвет, уже изготавливают отделочные детали.

**«Строительство и архитектура» № 5, 1980 г.**

## ВИНТ-КЛИН

Вечная мерзлота занимает половину территории нашей страны. И почти по

всей стране зимой почва промерзает на значительную глубину. Мерзлая земля для строителей, как говорится, — враг номер один, хотя бы потому, что по твердости она соизмерима с бетоном.

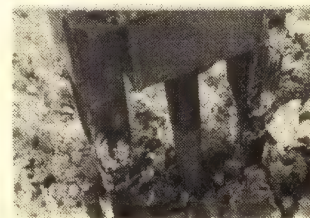
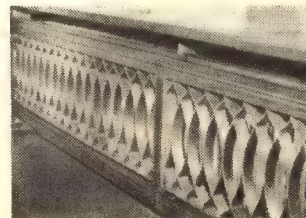
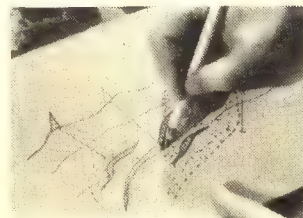
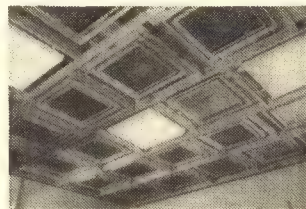
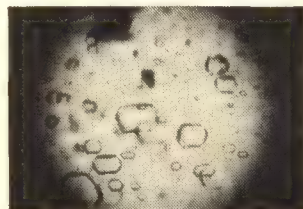
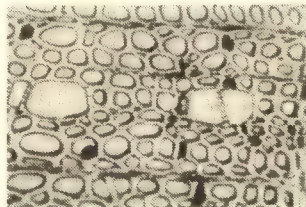
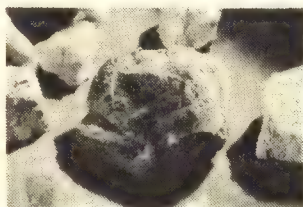
Новую машину для работ на мерзлоте сконструировали в Саратовском политехническом институте. Ее рабочий орган, подобно штопору, ввинчивается в землю, и, когда его «выдергивают» из земли, он разрывает ее, разворачивает крупными глыбами. Боковые клинья помогают центральному винту разрывать грунт.

Винт-клин, разогреваясь во время работы, плавит вокруг себя лед. Он, можно сказать, сам себя обеспечивает водяной смазкой.

Новым механизмом можно оснастить практически любой трактор или экскаватор. Он может работать в стесненных условиях и на неподготовленных площадках.

Винт-клин сейчас проходит испытания.

**«Строительство и архитектура» № 5, 1980 г.**





# ЧТО ТАКОЕ ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ?

В окружающем нас мире трудно найти явление, которое не сопровождалось бы разрывом одних химических связей и образованием других. Перегрели пластмассовую кружку — она потеряла форму, запахло чем-то неприятным... Заложили под скалу заряд аммонала, подожгли: взрывчатка превратилась в газы, скала — в осколки... Событие и вовсе обыденное: испаряется вода из кастрюли. Даже при этом рвутся химические связи, хотя вода остается водой и никаких химических реакций, казалось бы, не происходит.

Современная трактовка понятия «химическая связь» чрезвычайно широка. Если раньше химическими признавались только те связи, которые соединяли атомы, входящие в состав одной молекулы, то теперь можно встретить такую формулировку: «Химической связью считается любое взаимное притяжение между атомами, при образовании которого выделяется энергия в количестве не менее 21 килоджоуля на моль». Одной молекуле принадлежат эти атомы или разным — не имеет значения: сколько таких связей может образовать тот или иной атом — не оговаривается; связи могут быть любой природы — ионные, ковалентные, семиполярные, донорно-акцепторные, дативные, водородные... Это многообразие не смущает специалистов в области квантовой химии, поскольку ничуть не мешает им описывать любую мыслимую связь между атомами с единых позиций — в рамках теории молекулярных орбиталей.

Учение о молекулярных орбиталях, созданное совместными усилиями физиков и химиков, одержало решающие успехи в объяснении химической связи и стало общепризнанным сравнительно недавно. Несмотря на сложность математического аппарата, применяемого в этом учении при построении количественных моделей, качественные представления современной теории химической связи можно изложить, не злоупотребляя сложными формулами.

Кандидат химических наук П. САВКО.

## ЭЛЕКТРОННОЕ ОБЛАКО

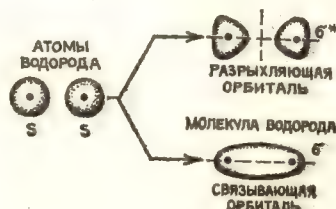
Взаимное притяжение между атомами, или, как говорили в старину, сродство между ними, квантовая механика объясняет так: при некоторых условиях внешние электронные оболочки нескольких атомов могут объединиться и образовать энергетически более выгодную общую оболочку.

Слово «оболочка», впрочем, в наше время употребляется редко — предпочтительным считается менее наглядный термин «орбиталь». Он заменил собою заимствованное у астрономов слово «орбита» после того, как выяснилось, что никаких орбит у электронов быть не может. Электрон, как известно, является одновременно и частицей и волной, так что его местоположение в точности указать принципиально невозможно. Орбиталью считают некую замкнутую поверхность, внутри которой пребывание определенного электрона наиболее вероятно. Говорят, что внутри этой поверхности сосредоточена большая часть электронной плотности. Встречается и такое наглядное описание: ядра атомов, входящих в состав молекулы, располагаясь в определенном порядке, образуют как бы ее остов; этот своеобразный остов окутан общим для всей молекулы электронным облаком.

Итак, орбитали наружных электронов могут сливаться. Рассмотрим простейший случай образования ординарной связи между двумя атомами. (Ее называют также ординарной, чтобы отличать от кратных связей, о которых речь далее, но чаще — ординар-

ной, чтобы подчеркнуть ее простейший характер.) Атомы возьмем также самые простые — водородные.

Единственный электрон, имеющийся у каждого такого атома, образует шарообразную орбиталь, называемую s-орбиталью. Ее центр совпадает с ядром. Вспомним теперь, что электрон подобен магнитной стрелке: он обладает магнитным моментом — спином, который в любой конкретной ситуации может располагаться лишь в строго определенном направлении, обращаясь в одну из двух взаимно противоположных сторон. Поэтому при сближении двух атомов водорода возможны две ситуации. Первая — когда спины электронов, принадлежащих сближающимся атомам, параллельны и направлены в одну сторону. В таком случае соединение атомов энергетически невыгодно: общая орбиталь, которую они могут образовать, обладает энергией, превышающей энергии атомных орбиталей. Недаром такую орбиталь называют разрыхляющей.





Образование связи возможно только тогда, когда спины электронов антипараллельны, то есть направлены в противоположные стороны. В этом случае энергия общей орбитали меньше энергии атомных орбиталей, так что соединение атомов энергетически выгодно. Такую орбиталь называют связывающей.

На рисунке видно, какой вид имеет молекулярная орбиталь, образующаяся при соединении двух атомов водорода. Эту простейшую из молекулярных орбиталей называют сигма-орбиталью. Она имеет ось симметрии, проходящую через оба связанных ядра.

Орбиталь, связывающая два водородных атома в единую молекулу, служит общим пристанищем для обоих электронов, принадлежащих прежде различным атомам. Можно сказать, что химическая связь между атомами — это пара общих для них электронов. Именно так в 1916 году предложил трактовать всякую одинарную химическую связь американский химик Г. Н. Льюис. Что же касается первой квантово-механической модели химической связи, то ее применительно к молекуле водорода рассчитали в 1927 году немецкие физики В. Гейтлер и Ф. Лондон, а также независимо от них американский физик Э. Кондон.

Про связь, соединяющую два атома водорода в одну молекулу, еще говорят, что это истинно ковалентная, неполярная связь. Это значит, что электронное облако не смещено ни к одному из атомов в силу их полного тождества. Таковы же связи, соединяющие атомы в двухатомных молекулах фтора, хлора и других галогенов, а также любые ординарные связи, соединяющие «повинки» симметричных молекул.

Если же связаны два неодинаковых атома, то электронное облако может смещаться к одному из них, создавая на другом избыток положительного заряда. Такая молекула называется поляризованной. По своим свойствам она подобна электрическому диполью — системе из двух близко расположенных зарядов одной величины, но разных знаков. Так происходит, например, когда в химическую связь вступают атомы водорода и углерода. Они отличаются по способности притягивать электроны. Углерод с его большим зарядом ядра делает это несколько сильнее, и связывающая орбиталь, сохраняя ось симметрии, характеризующую ее принадлежность к сигма-типу, несколько оттягивается к атому углерода, который при этом приобретает некоторый отрицательный заряд.



Более отчетливо этот эффект проявляется, когда с водородом связаны атомы, оттягивающие электроны еще сильнее, — атомы элементов, обладающих, как говорят, высокой электроотрицательностью, таких, как фтор или кислород. Поляризация возни-

кающих связей оказывается настолько сильной, что протон — ядро атома водорода — становится при этом почти «голым». Свой электронный дефицит он стремится пополнить за счет молекулы, которые оказываются по соседству. В некоторых случаях это приводит к образованию так называемых водородных связей (о них еще будет рассказано). Но возможен и другой вариант: молекула, с которой протон пытается совлечь на себя электронную плотность, отрывает его от молекулы, с которой он был связан, и протон (иначе говоря, ион водорода) из связанного состояния переходит в кочующее. Так оно происходит в растворах кислот: наличие свободных ионов водорода и делает их кислотными. И если вспомнить формулы общеизвестных кислот, то обнаружится, что все они содержат водород, связанный с атомом сильно электроотрицательного элемента.

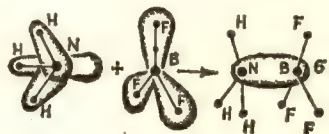
А теперь рассмотрим случай, когда с атомом такого элемента (скажем, какого-либо галогена — фтора или хлора) связан партнер, оттягивающий электроны еще слабее, чем водород. При этом орбиталь общей электронной пары смещается на галоген еще сильнее и в предельном случае переходит в полное его владение. Атом галогена тогда превращается в отрицательно заряженный анион, а атом-партнер — в положительно заряженный катион. Так образуется ионная, она же электроваляная связь, существующая в большинстве солей щелочных и щелочноземельных металлов — например, в поваренной соли, состоящей, как известно, из натрия и хлора. Ради упрощения полагают, что атомы, входящие в состав таких молекул, связаны электростатическим притяжением.

Еще один вариант: общая для двух соединяющихся атомов орбиталь образуется не путем обобществления электронов каждого из них — один из атомов жертвует имеющуюся у него пару электронов на построение общей орбитали. Образующиеся при этом соединения именуются комплексными или координационными.

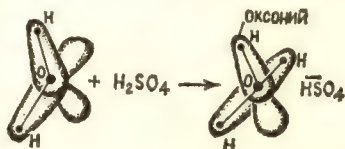
Неподеленными, электронными парами владеют атомы любых элементов основных подгрупп правой части таблицы Менделеева, начиная с пятой группы — тут и азот, и кислород, и фосфор, и сера... Как видим, круг поставщиков неподеленной пары довольно широк. В качестве партнеров для таких атомов выступают, например, атомы элементов третьей группы, у которых даже после образования всех положенных им ковалентных связей не хватает пары электронов для построения устойчивой электронной конфигурации. Таковы атомы бора, алюминия. В результате соединения двух атомов — поставщика и потребителя электронов — возникает связь, называемая координационной или донорно-акцепторной. Изредка ее называют также семи-полярной; термин подчеркивает, что такая связь занимает промежуточное положение между слабополяризованной ковалентной и предельно поляризованной ионной.

Атомы, вступающие в донорно-акцепторную связь, могут быть не обособленны

ми, а входить в состав молекул, порою довольно больших. Примером тому — связь, соединяющая в прочный комплекс молекулы аммиака и трехфтористого бора. Аммиак в данном случае — поставщик неподеленной электронной пары атома азота, донор, а трехфтористый бор — ее акцептор. Атом бора в его молекуле формально обладает лишь шестью электронами вместо восьми, требуемых традиционной теорией для построения устойчивой электронной конфигурации атома инертного газа.



Координационная связь, несмотря на своеобразный механизм ее образования, — это обычная сигма-связь. Заметим, что в качестве акцепторов при ее образовании могут вступать положительно заряженные ионы металлов (на этом основана вся богатейшая химия неорганических комплексных соединений). Но не только металлов: ион водорода приобретает неподеленные электронные пары донорных молекул ничуть не хуже. Именно так образуются своеобразные соединения — так называемые соли оксония, в виде которых реально существуют любые сильные кислоты, растворенные в воде. Вот как это происходит, например, с серной кислотой.



Чтобы донорная молекула соединилась с протоном, вовсе не обязательно, чтобы тот был совершенно свободен. Оголенный протон, связанный с электроотрицательным атомом, о чем говорилось выше, способен связываться с неподеленными электронными парами соседних молекул. Так и возникает водородная связь между нейтральными молекулами. Она гораздо слабее, чем связь между ионами, однако ее вполне достаточно для того, чтобы вода, спирты, карбоновые кислоты или, скажем, фтористый водород в жидком виде не состояли из отдельных молекул: водородные связи приводят к образованию агрегатов из двух, восьми и даже двенадцати молекул. С этой особенностью связаны сравнительно высокая температура кипения воды и плавления льда, расширение воды при замерзании и многие другие «аномальные» свойства воды, без которых жизнь на земле едва ли была бы возможна. Кстати, в образовании биомолекул водородные связи также играют весьма существенную роль. Например, благодаря им в молекуле ДНК связываются ее структурные единицы — аденин с тиминном и гуанин с цитозином.

При испарении воды подавляющее большинство водородных связей рвется. Более прочные водородные связи жидкого фтористого водорода частично сохраняются даже при его испарении; не слишком перегретый пар фтористого водорода состоит в основном из молекул, объединенных попарно.

## МЕРА ПРОЧНОСТИ — ЭНЕРГИЯ

В учебниках химии можно найти таблицы, где указана прочность связи той или иной пары атомов. Единицей измерения при этом служит величина килоджоуль на моль. Иными словами, прочность связи определяется энергией, которую требуется вложить в моль вещества, чтобы в каждой его молекуле данная связь была разорвана.

На дальнейших рисунках энергия связи указана под черточкой, обозначающей связь, а цифрой над черточкой выражена длина соответствующей связи в нанометрах, то есть в миллионных долях миллиметра.

Внимательный читатель наверняка заметит, что во всех ниже перечисленных соединениях энергия отмеченных связей, даже охарактеризованных как слабые, намного превышает величину 21 кДж/моль, приведенную в качестве некой границы в начале статьи. Это, естественно, привлечет желание разобраться, почему границей связи считается именно уровень энергии.

Эта величина возникла в результате перевода в международную систему единиц СИ круглой цифры — 5 ккал/моль, обозначавшей границу в привычных для химиков традиционных единицах. Условно считается, что 5 ккал/моль — это наименьшая возможная энергия связи, способной реально существовать при доступных экспериментаторам температурах. Чтобы показать, насколько мала эта величина, можно привести любопытный пример, ставший известным лишь в недавнее время.

Теперь никого не удивляет, что тяжелые элементы нулевой группы таблицы Менделеева — радон, криптон, ксенон — способны давать соединения с фтором. Но выделить соединения со связью благородный газ — металл пока никому не удавалось. И все же недавно появилась статья группы французских исследователей, в которой обсуждались свойства именно таких связей. Они были обнаружены при изучении спектров карбониллов хрома и молибдена (карбониллы — соединения металлов с окисью углерода) при низких температурах. Чтобы гарантировать точно заданную низкую температуру, образец изучаемого вещества намораживался в вакууме на поверхность, заранее покрытую слоем твердого инертного газа (аргон застывает при —189,3°С, криптон — при —157,1°С, ксенон — при —111,8°С). Как правило, положение полос в спектрах совершенно не зависит от того, какой именно газ используется при данной температуре. Но в случае карбониллов полосы очевидным обра-

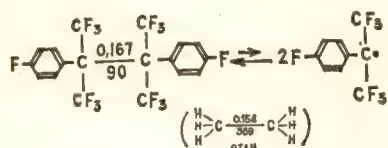


зом смешались. Объяснить смещение можно было только одним — образованием связи между атомом металла, входящим в состав молекулы карбонила, и атомом благородного газа. Квантово-химический расчет показал, что соединение, образуемое карбонилем молибдена и атомом криптона, содержит связи с энергией 34,9 кДж/моль; тот же карбонил и атом ксенона связываются менее прочно, но энергия связи 26,3 кДж/моль тоже превышает заветную величину, и, следовательно, зафиксированные французскими исследователями комплексы можно называть химическими соединениями без всяких кавычек.

(Можно даже предположить, какова природа связи в этих не выделенных пока комплексах благородных газов. По-видимому, это обычная, только очень слабая сигма-связь донорно-акцепторного типа, образуемая за счет неподеленных электронных пар атома криптона или ксенона.)

Из этого примера ясно, что и 21 п 40 кДж/моль маловато для того, чтобы существовало добротное химическое соединение, способное храниться при комнатной температуре...

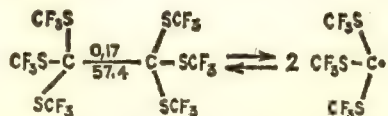
Интересный пример подобного рода описала недавно группа советских химиков в главе с академиком И. Л. Кнунянцем.



Грубо говоря, такое вещество представляет собою этан, у которого атомы водорода замещены довольно сложными группировками атомов. Пока вещество хранится в виде кристаллов, оно вполне устойчиво, но стоит его растворить в каком-нибудь инертном растворителе, как обнаруживаются «половинки» молекул — довольно стабильные радикалы.

Причину распада понять нетрудно: скажется отталкивание между внешними электронами заместителей  $\text{CF}_3$ , расположенных, судя по рисунку, довольно близко друг от друга. Оно-то и не дает центральному атому углерода разместиться на подобающей дистанции: если в молекуле этана длина связи  $\text{C}-\text{C}$  равна 0,154 нм при энергии связи 369 кДж/моль, то здесь длина той же связи — 0,167 нм, наибольшая из надежно измеренных до сих пор, а энергия связи — всего 90 кДж/моль.

Вот еще одно соединение, примечательное тем, что его центральная связь  $\text{C}-\text{C}$ , видимо, также находится у нижнего предела реального существования: этан, в молекуле которого все атомы водорода замещены группами  $\text{SCF}_3$ .



Как недавно установил химик из ФРГ А. Хаас, энергия центральной связи  $\text{C}-\text{C}$  составляет здесь около 60 кДж/моль. В кристалле эта связь как будто еще существует, но в растворе равновесие между целой молекулой и радикалами смещено в сторону образования радикалов. Длина этой связи пока надежно не измерена, но, по предварительным данным, она близка к 0,17 нм. Возможна ли связь  $\text{C}-\text{C}$  еще длиннее, сказать трудно.

## КАК ЖЕ БЫТЬ С ВАЛЕНТНОСТЬЮ?

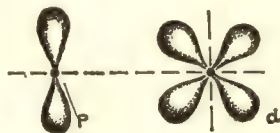
Существуют и такие радикалы, которые называют даже не стабильными, а инертными, — они содержат атом углерода, связанный с тремя заместителями, и приобретают иную форму, при которой углерод образовал бы подобоющие ему четыре связи, совершенно не склонны. А ведь со школьной скамьи известно, что углерод четырехвалентен. Можно привести еще немало примеров, где оказывается «опровергнутым» традиционное представление о валентности. Достаточно вспомнить о существовании устойчивых фторидов инертных газов. Этим-то газам, владеющим «совершенными» электронными оболочками и расположенным в нулевой группе таблицы Менделеева, никаких соединений иметь вообще не полагается.

Как же тогда быть с привычным и удобным понятием валентности? Неужели пришло время от него отказаться?

Отказаться, видимо, не стоит. Нужно только помнить, что валентность — это формальное понятие, которое имеет свои границы применимости. И эти границы значительно уже, чем границы понятия «химическая связь». Если этого не помнить, то некоторые типы связей, о которых будет рассказано ниже, покажутся и вовсе выходящими за пределы понимания.

## ПУТЬ НАВЕРХ

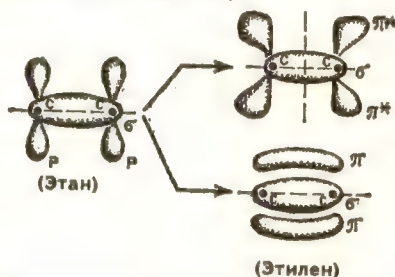
Кроме простейших  $s$ -орбиталей у атомов бывают орбитали, обозначаемые буквами  $p$  и  $d$ .



Эти атомные орбитали также могут идти в дело при образовании химических связей. Однако используются они, как правило, лишь после того, как соединяющиеся атомы уже объединили свои  $s$ -орбитали, завязав между собой сигма-связь. Именно так атомы углерода образуют двойную связь друг с другом в молекуле этилена.

Спины двух  $p$ -электронов тоже могут быть параллельными или антипараллельными. В зависимости от этого молекулярная орбиталь оказывается соответственно

разрыхляющей или связывающей. Как и в случае сигма-связи, разрыхляющая энергетически невыгодна. Связывающая, напротив, энергетически выигрышна. Молекулярные орбитали такого типа называются пи-орбиталями. (Связи между атомами углерода и водорода на рисунке не показаны; разрыхляющая орбиталь вновь отмечена символом со звездочкой.)



Как известно, двойная связь — это не предел возможного для пары атомов углерода. Каждый из них может владеть еще одним свободным р-электроном, орбиталь которого перпендикулярна первой пи-орбитали.

Эти два электрона могут образовать вторую пи-орбиталь, доведя общую кратность связи до трех. Так обстоит дело в молекуле ацетилене, в которой атомы углерода связаны тройной связью. (Заметим, что соединения, в молекулах которых есть кратные связи, называются ненасыщенными.)

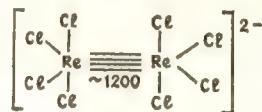


Как мы уже знаем, энергия связи C—C в этане составляет 369 кДж/моль, длина ее — 0,154 нм. Этилен: энергия — 683 кДж/моль, длина — 0,134 нм. Ацетилен: энергия — 964 кДж/моль, длина — 0,12 нм. Каждая дополнительная связь делает молекулу прочнее. Энергия связи совершает довольно крутой путь вверх по мере сближения атомов. Это, разумеется, не означает, что этилен химически инертнее этана — следует помнить, что в реакциях двойная связь вовсе не обязана разрываться полностью. Как известно, в большинстве превращений этилен сначала жертвует пи-связью, присоединяя те или иные заместители за счет разомкнувшихся атомных р-орбиталей и переходя в насыщенные продукты. Это легко понять с энергетической точки зрения: энергия пи-компоненты двойной связи не может превышать 314 кДж/моль (энергия связи в этилене минус энергия связи в этане). В действительности она значительно меньше; так как сигма-компонента связи этилена, очевидно, гораздо прочнее, чем связь C—C в молекуле этана: расстояние между атомами в молекуле этилена гораздо меньше, а как меняется энергия сигма-связи с расстоянием, мы уже видели.

Тройная связь — это, видимо, предел возможностей углеродных атомов, соединя-

ющихся друг с другом: четвертая связь между ними завязаться уже не может, поскольку орбитали, которые могли бы ее образовать, направлены, как видно из рисунка молекулы ацетилене, в противоположные стороны.

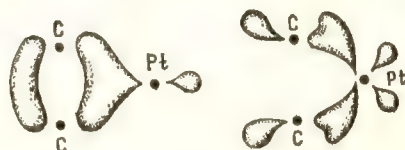
У элементов более тяжелых — в частности у некоторых переходных металлов (хрома, молибдена, рения) — встречается возможность четырехкратного перекрывания. Тут уж вступают в дело d-орбитали, во многом определяющие своеобразие химии переходных металлов. Так, в анионе  $\text{Re}_2\text{Cl}_8^{2-}$  два атома рения связаны между собой связью рекордной прочности: ее энергия превышает 1200 кДж/моль. По-видимому, эта четверная связь, открытая в 1963 году советскими химиками В. Г. Кузнецовым и П. А. Кузьминым, близка к абсолютному верхнему пределу прочности.



Разумеется, если углерод связывается с атомами других элементов, то тут он способен реализовать все четыре связи, что типично для большинства его соединений и характеризует его как четырехвалентный элемент. Так, в молекуле метана ( $\text{CH}_4$ ) на образование связей с водородом углерод поставляет электроны обоих типов — s- и p. Стоит отметить, что возникающие при этом молекулярные орбитали носят «гибридный» характер, сочетая свойства s- и p-орбиталей. Поэтому все четыре связи C—H в молекуле метана совершенно равноценны, все обладают осевой симметрией, и молекула представляет собою правильную трехгранную пирамиду — тетраэдр.

Когда в гибридизацию вступают еще и d-электроны, образуются молекулы весьма разнообразных симметричных форм. Такое характерно для комплексных соединений переходных металлов. По их поводу говорят, что атом металла координирует вокруг себя партнеров по связи (отсюда и второе название этих соединений — координационные).

Если уж речь зашла о переходных металлах и ненасыщенных соединениях, уместно упомянуть о связи еще одного типа — дативной. Строго говоря, это даже не связь, а только одна из компонент своеобразной двойной связи, наблюдаемой в соединениях переходных металлов с ненасыщенными соединениями. Таков комплекс с хлористой платиной и хлористым калием (соль Цейзе).



С заполненной пи-орбитали этилена пара электронов перетекает на одну из вакантных орбиталей платины, и образуется

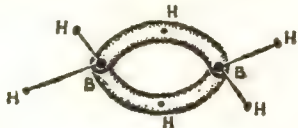


донорно-акцепторная связь (рисунок слева на стр. 54-й внизу). Но вместе с тем с одной из заполненных орбиталей платины пара электронов перетекает на разрыхляющую орбиталь этилена (рисунок справа на стр. 54-й внизу). Чтобы отметить своеобразие этой компоненты связи, в образовании которой участвует разрыхляющая орбиталь, и употребляют особый термин: дативная связь.

## ГРАНИЦЫ СОПРЯЖЕНИЯ

Молекулярная орбиталь не обязана ограничивать сферу своего действия двумя атомами. С одним примером трехцентровой орбитали мы уже сталкивались. В самом деле, вспомним про водородную связь. Когда она образуется, атом водорода оказывается связанным одновременно с двумя партнерами. Между тем двух орбиталей он иметь не может — слишком он прост для этого. Поэтому наряду с простым электростатическим притяжением водородную связь определяет трехцентровая орбиталь.

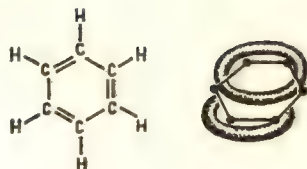
Это не единственный пример орбитали, охватывающей три атома. Так, гибриды бора — бороводороды — существуют в самых разнообразных формах, кроме одной, простейшей  $\text{BH}_3$ . Самый низкомолекулярный из известных бороводородов — диборан  $\text{B}_2\text{H}_6$ . В его молекуле четыре атома водорода связаны каждый с одним определенным атомом бора, а вот оставшиеся два занимают «мостиковые» положения, находясь на равном расстоянии от обоих атомов бора. Орбитали, за счет которых осуществляется эта своеобразная связь, — трехцентровые. От обычных сигма-орбиталей они отличаются тем, что оси симметрии не имеют, так как оказываются изогнутыми, «бананообразными».



Три атома для пи-орбитали — далеко не предел. Классический тому пример — молекулы сопряженных диенов. (Слово «сопряженный» применяется при обозначении двойных связей, чередующихся с одинарными.) Простейший из них — 1,3-бутадиен:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (он применяется для производства синтетического каучука). В его молекуле пи-орбиталь, как показывает измерение расстояний между атомами углерода, охватывает всю их четверку.



Наконец, бензольное кольцо: это шесть атомов, соединенных в цикл сопряженными связями и охваченных общей пи-орбиталью. Хорошо известна чрезвычайная устойчивость такой молекулы.



Ну, а какова же граница химической связи по этому параметру — числу атомов, охватываемых общей орбиталью? Такой границы в принципе нет. Можно построить сколь угодно длинные цепи сопряженных связей, и они будут вполне устойчивы. Существует даже теория, согласно которой при определенных условиях на основе полимеров с сопряженными связями возможно создание сверхпроводников, сохраняющих свои свойства при комнатной температуре: известно, что электроны, при помощи которых налаживаются сопряженные связи между атомами углерода, весьма подвижны, и этим должна будет обеспечиваться сверхпроводимость. Правда, синтезировать такие полимеры пока никому не удалось.

...Популярный рассказ о химической связи не может не быть упрощенным, он не способен отразить все разновидности реальных связей с исчерпывающей адекватностью.

Так, схемы образования ионной связи не правомерны для кристаллических солей, где ион металла почти никогда не бывает связан с тем числом партнеров, которое предписывает простейшая формула. Например, поваренная соль действительно отвечает формуле  $\text{NaCl}$  только в парообразном состоянии. В кристаллической же решетке ион натрия окружен шестью равноудаленными от него и, следовательно, в равной мере связанными с ним анионами хлора.

Водородная связь слаба по сравнению с ковалентными связями лишь тогда, когда соединяет нейтральные молекулы. В жидкой воде ее энергия равна 25,5 кДж/моль, в жидком фтористом водороде 34 кДж/моль. Но вот укусная или муравьиная кислота образует с фтористым калием комплекс, содержащий рекордную по прочности водородную связь между водородом и фтором с энергией около 250 кДж/моль.

Сложные и дикие явления подобного рода находят четкое объяснение в теории молекулярных орбиталей. Сказанное, разумеется, не означает, будто все таинства химии уже раскрыты этой теорией. Разработка ее деталей далеко еще не закончена, и далеко не вся химия ею «осмыслена». Еще есть немало неясных вопросов, вызывающих дискуссии и нуждающихся в уточнении. Но плодотворность «орбитального» подхода к проблемам химической связи уже ни у кого не вызывает сомнений.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ч. Коулсон, «Валентность», М., «Мир», 1965.  
К. С. Краснов, «Молекулы и химическая связь», М., 1977.  
М. Орчин, Г. Джаффе, «Разрыхляющие орбитали», М., «Мир», 1969 г.

# ЗНАМЕНИТЫЕ СОВЕТСКОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

## РОЖДЕНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКОГО МИКРОКОНТИНЕНТА



В лабораториях Института океанологии АН СССР были проведены исследования газовых извержений двух самых молодых вулканов нашей планеты — Сюртсея, возникшего в конце 60-х годов, и вулкана Эльдфетль, появившегося на свет всего семь лет назад (оба вулкана находятся в Исландии). Результаты геохимических анализов сравнили с данными аналогичных исследова-

ний проб, взятых в вулканах Камчатки и Курильских островов.

Оказалось, что два вулка-

нических района, очень похожих на первый взгляд (и тот и другой называют «страной огня и льда»), по происхождению весьма существенно отличаются друг от друга. В химическом составе земной коры Исландии, венчающей Срединный Атлантический хребет, и Камчатско-Курильской вулканической дуги обнаружены принципиальные различия. Они доказывают, что

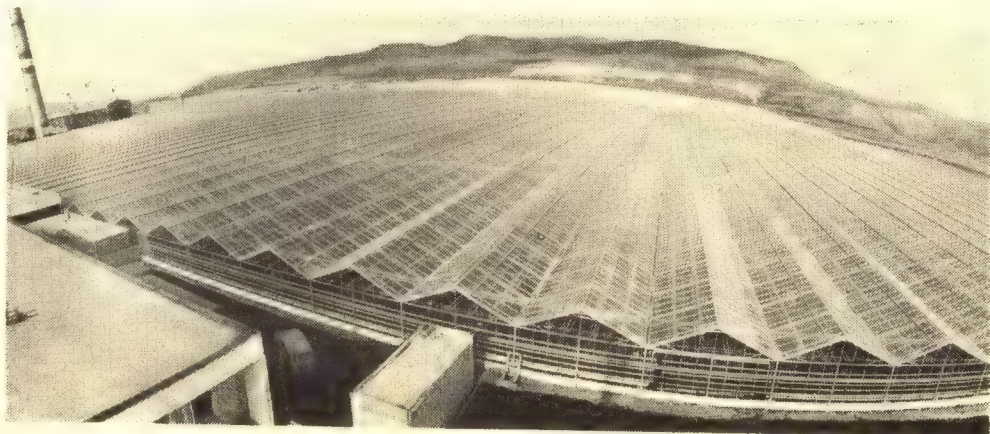
базальтовая по преимуществу земная кора Исландии в отличие от гранитной (материкового типа) коры Камчатки и Курил сформировалась в условиях медленного расширения океанического дна.

Эти исследования служат еще одним доказательством правильности представлений о том, что дно в Северной Атлантике расширяется и там в гигантском рифте, рассекающем Срединный океанический хребет, рождается новая земная кора.

## ЕЩЕ ОДИН СТЕКЛЯННЫЙ ОГОРОД

С каждым годом растет площадь тепличных хозяйств. Вот еще одно — совхоз «Южный», расположенный в Карачаево-Черкесской автономной области. Здесь много солнечных дней в году, обилие воды, а отроги гор надежно защищают теплицы от ветра. Благодаря таким благоприятным климатическим условиям затраты на освещение и обогрев будут значительно ниже, чем в других хозяйствах.

Уже получены первые урожаи — до 50 тонн овощей в неделю. Когда же войдут в строй все 108 гектаров остекленных огородов, ежедневный сбор достигнет 170 тонн. Только за осенне-зимний период здесь будут получать до 9 тысяч тонн томатов и 10 тысяч тонн огурцов ежегодно.





Почему киты прыгают над морем? На этот счет существует несколько мнений. Некоторые исследователи считают, что прыжки — это брачные танцы, другие говорят, что киты выпрыгивают из воды для того, чтобы глушить рыбу, а может быть, одна из причин их прыжков — раздражающие кожу паразиты. Я наблюдал немало прыжков китов самых разных видов и осмелюсь сказать, что основная причина полетов гигантов над морем — это ощущение ими избытка сил, гимнастика, доставляющая китам огромное удовольствие. Ведь не могут же голубые киты выпрыгивать из воды для того, чтобы глушить планктон?.. Конечно, нет. Стопятидесятитонные гиганты резвятся. Мне посчастливилось дважды видеть это фантастическое зрелище...

Горбатые киты — самые сообразительные из полосатиков. Недаром китобои

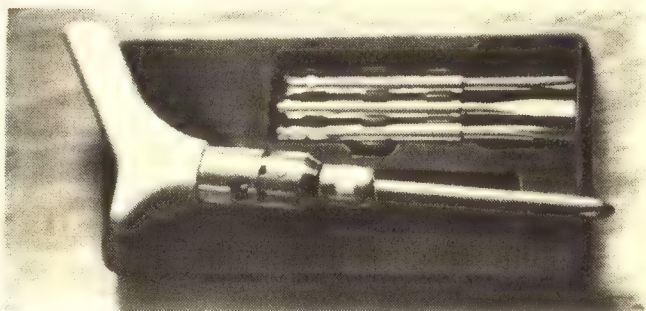
отдельных горбачей удостоивают звания «академиков». Иногда среди десятков разных китов в поле зрения китобоев попадает горбач-«академик». И сколько ни крутится китобоец «на пятке», как ни маневрирует, горбач постоянно оказывается в районе кормы — там, где нет пушки.

Однажды, было это в районе Алеутской гряды, один горбач продемонстрировал нам прямо-таки сверхсообразительность и сверхосторожность... Курс нашего судна проходил через участок моря, где крупный горбатый кит ходил по кругу — тралил рыбу. Мы не думали подходить к киту и даже немного отклонились от курса, чтобы ему не мешать. Однако горбач оценил приближение судна по своему. Он сделал огромный круг, зашел за корму нашего судна и добрые полчаса шел у нас за спиной. Мы легли в дрейф — нам необходимо было вы-

полнить гидрологические работы. Остановка судна привела кита в замешательство: он выходил то слева, то справа, бестолково крутился почти под бортом и совершал самые замысловатые маневры. Затем сообразил, что его «противник» не двигается, и дал деру с максимальной скоростью, на какую был только способен...

Этот случай подтвердил мнение, что горбачи-«академики» заходят за корму преследующего их китобойца, ориентируясь на шум от работы винта, — они просто не могут рассмотреть стоящую на носу судна пушку.

Горбачей сейчас добывать запрещено. Восстанавливается численность веселых китов. Есть уже сообщения о небольших скоплениях их в северном полушарии. Будем надеяться, настанет время, когда веселые игры горбатых китов вновь оживят океан.



## НАБОР ОТВЕРТОК

Ленинградский завод «Ленремтоцстанок» выпустил набор сменных отверток с храповым механизмом, или, как его чаще называют, с «трещоткой».

В наборе две крестообразные отвертки и две «лопаточки». Рукоятка удобная, пистолетного типа.

К сожалению, дизайнеры, работавшие над этой моделью, не очень продумали некоторые детали. Так, на-

пример, красивые нежные насечки, которые служат для облегчения поворота зажимного механизма, роль свою выполняют плохо: даже чистые сухие пальцы проскакивают эти насечки, а о замасленных руках и говорить не приходится. Вторым серьезным недостатком набора — его автономность: поскольку все выпускаемые другими предприятиями наборы аналогичных

инструментов имеют цанговые зажимы, а не эксцентриковые, как у ленинградских, взаимозаменяемость или состыковка наборов исключена. И надо при этом заметить, что только высокая точность изготовления эксцентрикового зажима гарантирует надежность зажима, а точности-то мало, вато, и «эксцентрик» по сравнению с апробированным цанговым захватом оставляет желать лучшего. Плохо сделан и переключатель «трещотки» — чтобы поставить его в нужное для работы положение, требуются определенная сноровка и твердые ногти.

Надо полагать, что разработчики и изготовители набора примут к сведению недостатки хорошего и нужного для домашней мастерской набора и внесут соответствующие улучшения в конструкцию.

Цена набора 6 рублей.

● НОВЫЕ ТОВАРЫ

# БУДУЩИМ АБИТУРИЕНТАМ

«Готовь сани летом, а телегу зимой» — гласит пословица. Для многих нынешних десятиклассников начавшаяся зима стала временем напряженной подготовки к серьезному испытанию, ожидающему их летом текущего года, — к приемным экзаменам в вузы. Тем школьникам, которые собираются поступать в учебные заведения естественнонаучного направления, издательство «Наука» недавно сделало хороший подарок, выпустив «Пособие по математике для поступающих в вузы» (авторы — А. Д. Кутасов, Т. С. Пиголкина, В. И. Чехлов, Т. Х. Яковлева, редактор — проф. Г. Н. Яковлев).

Пособие не учебник, оно не содержит систематического изложения школьного курса математики. Его назначение — помочь абитуриенту при проверке своих математических знаний, навыков в их применении к решению задач. Основное содержание книги составляют именно задачи — всего их здесь более двух тысяч.

Каждый параграф книги начинается с краткого перечня основных теоретических положений, относящихся к излагаемой теме, и тут же указывается, как их применять на практике, отмечаются некоторые важные частности, нередко ускользающие от внимания школьников. Затем одна за другой следуют задачи, сопровождаемые подробными решениями. В конце каждой главы (всего их в книге семнадцать) собраны задачи, предлагаемые читателю для самостоятельного решения. Ответы на некоторые из них снабжены обстоятельными пояснениями. Наконец, в приложении приведены варианты письменных экзаменационных работ по математике, дававшихся абитуриентам в различных вузах нашей страны в 1977—1979 годах.

Многое в этой книге делает ее особенно ценной для школьников, готовящих

себя к научной деятельности. Теоремы, используемые при изложении решений, выделены курсивом — это напоминает о постоянной опоре на теорию. По ходу разбора трудной задачи отмечаются и исправляются типичные заблуждения, возникающие при решении задач подобного типа, намечается несколько различных подходов к решению и тем самым как бы предлагается выбрать наилучший.

Столь заботливая позиция авторов обусловлена опытом их работы в Московском физико-техническом институте. Много лет участвуя в приемных экзаменах, они хорошо знают, на чем из года в год «спотыкаются» абитуриенты. Обучая студентов, они видят, чем стоило бы обогатить знания школьников, чтобы они лучше справлялись с математическими предметами вузов — особенно таких, которые отличаются повышенными требованиями по математике. По этой причине в пособие добавлен материал, несколько выходящий за рамки нынешней программы для поступающих в вузы. Наконец, следует отметить, что авторы пособия немало поработали в Заочной физико-технической школе при МФТИ. Эта школа создана для того, чтобы помочь одаренным школьникам из отдаленных уголков нашей страны развить и углубить свои знания по математике. Поступив в школу семиклассниками, ребята на протяжении трех лет регулярно получают учебные задания, отсылают свои решения в МФТИ, а оттуда вместе с новыми заданиями получают разбор своих работ, где есть и анализ ошибок и советы на будущее. Опыт такого заочного преподавания математики выработал у авторов пособия емкость слова, доходчивость мысли, убедительность изложения — те ценные качества, которыми отличается книга.

Для любителей математики мы публикуем из нее несколько задач (ответы см. на стр. 152).

1. «Вернувшись домой, Мегрэ позвонил на набережную Орфевр.

— Говорит Мегрэ. Есть новости?

— Да, шеф. Поступили сообщения от инспекторов. Торранс установил, что если Франсуа был пьян, то либо Этьен убийца, либо Франсуа лжет. Жуссье считает, что или Этьен убийца, или Франсуа не был пьян и убийство произошло после полуночи. Инспектор Люка просил передать, что если убийство было совершено после полуночи, то либо Этьен убийца, либо Франсуа лжет. Затем звонила...

— Все. Спасибо. Этого достаточно. — Комиссар положил трубку. Он знал, что трезвый Франсуа никогда не лжет. Теперь он знал все».

Какой вывод сделал Мегрэ?

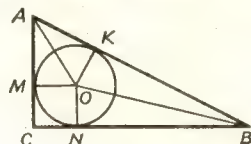
2. Четыре автора должны написать книгу из 17 глав, причем первый и третий должны написать по 5 глав, второй — 4, а четвертый — 3 главы книги. Сколькими способами можно распределить их между авторами?

3. Доказать: если функция  $f(x)$  определена на множестве, симметричном относительно начала координат, то ее можно представить в виде суммы двух функций — четной и нечетной. Построить такое представление для функции  $e^x$ .

4. Решить неравенство:  

$$\sqrt{x^2 - 4x + 3} \geq 2 - x.$$
 (Радикал понимается в арифметическом смысле.)

5. Центр окружности, вписанной в прямоугольный треугольник ABC, находится на расстоянии  $\sqrt{5}$  см и  $\sqrt{10}$  см от вершин A и B (см. чертеж). Найти катеты.



6. Из круга вырезается сектор с углом  $\alpha$  при вершине и сворачивается в коническую воронку. При каком  $\alpha$  получится воронка наибольшей вместимости?



На 6—7-й стр. цветной вкладки показано место нашей планеты во Вселенной, каким оно представляется современной науке.

Диаметр Земли — 12 742 километра (цифра усредненная, так как Земля не совсем шар). Куб, в который она заключена на первом рисунке, имеет сторону длиной 15 тысяч километров. Увеличим его в сто раз — и в этом кубе свободно поместится Земля вместе с ее естественным спутником (поперечник орбиты Луны — приблизительно 769 тысяч километров). Далее будем увеличивать сторону нашего куба при переходе к каждому следующему рисунку в тысячу раз, так будет удобнее.

Третий куб охватывает орбиты сравнительно близких к Солнцу планет: Меркурия, Венеры, Земли, Марса и почти всю орбиту Юпитера. Изображена также часть орбиты типичной кометы (белая линия). Следующий куб охватывает «пустое» межзвездное пространство, отделяющее Солнце с его планетной системой от соседних звезд. Ближайшие звезды видны на следующем рисунке, часть из них, возможно, также обладает планетами. В шестой куб входит вся наша Галактика — звездное «колесо», диск которого сбоку, с нашего места в нем, виден ночью на небе как Млечный Путь. Наконец, в последнем кубе показано место нашей Галактики среди сравнительно близких соседних галактик.

Масштабы мира станут немного понятнее, если от первого куба, вмещающего Землю, совершить такое же путешествие в обратную сторону, в микромир. Уменьшим этот куб в сто раз, следующий уменьшим в тысячу раз и повторим тысячекратное уменьшение еще пять раз. Тогда последний, седьмой куб окажется немного меньше самого маленького атома — атома водорода.

На рисунках внизу в центре вкладки показано размещение галактик вокруг нашей Галактики. На левом рисунке она условно помеще-

## НАШ ЗВЕЗДНЫЙ АДРЕС

(См. 6—7-ю стр. цв. вкладки).

на в центр. Малый круг имеет радиус 300 тысяч световых лет. В нем оказываются две ближайшие к нам галактики — Магеллановы Облака. Радиус большого круга — 2 700 000 световых лет. За ним (вверху) видна Туманность Андромеды — большая спиральная галактика.

На правом рисунке весь левый рисунок сведен в точку, находящуюся в центре. Диаметр внутреннего круга на этом рисунке — 200 миллионов световых лет, внешнего — 400 миллионов. Каждая мелкая точка — группа из менее 50 галактик, каждая крупная — из 50 и более.

Разумеется, сохранить на рисунке масштабы изображенных объектов Вселенной невозможно. Для этого они слишком велики и слишком огромны расстояния между ними. Вот как объяснял эту невозможность замечательный популяризатор науки Я. И. Перельман в книге «Занимательная астрономия»:

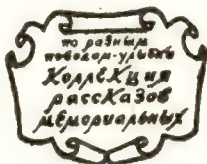
«К числу вещей, которые никак нельзя изобразить на бумаге, принадлежит точный план нашей Солнечной системы. Изберем для земного шара самую скромную величину — булавоочную головку: пусть Земля изображается шариком около 1 мм в поперечнике. Луну в виде крупики в  $\frac{1}{4}$  мм диаметром надо будет поместить в 3 см от булавоочной головки. Солнце величиной в мяч или крокетный шар (10 см) должно отстоять на 10 м от Земли. Исполин Юпитер будет представлен у нас шариком величиной с орех (1 см) в 52 м от мяча-Солнца. Планету Сатурн пришлось бы поместить в 100 м

от Солнца в виде орешка 8 мм поперечником. Уран в нашей модели отброшен на 196 м от Солнца. В 300 м от центрального крокетного шара медленно совершает свой путь Нептун. Еще далее обращается небольшая планета Плутон, расстояние до которой в нашей модели выразится в 400 м.

На каких расстояниях от Солнца следовало бы поместить звезды, если строго придерживаться того же масштаба? Нетрудно рассчитать, что, например, самая близкая звезда оказалась бы на расстоянии 2600 км».

Продолжим это путешествие во Вселенную, раскрыв книгу известного астрофизика И. С. Шкловского «Вселенная, жизнь, разум». Чтобы показать размеры Галактики, он берет другой масштаб: «Мысленно уменьшим земную орбиту до размеров самой внутренней орбиты атома водорода (радиус этой орбиты равен  $0,53 \cdot 10^{-8}$  см). Тогда ближайшая звезда будет находиться на расстоянии приблизительно 0,014 мм, центр Галактики — на расстоянии около 10 см, а размеры нашей звездной системы будут около 35 см. В нашем новом масштабе диаметр Солнца будет иметь микроскопические размеры: 0,0046 ангстрем (ангстрем — единица длины, равная  $10^{-8}$  см)».

Итак, наша схема никак не отражает истинных соотношений размеров небесных тел и расстояний между ними, но наглядно демонстрирует их взаимное расположение и огромность мира, в котором мы живем.



## СИДИМ ИЛИ СТОИМ!

Известна фраза Ньютона: «Если я видел много дальше других, то это потому, что я стоял на плечах гигантов».

Открывая международный симпозиум, на котором присутствовали многие выдающиеся физики, уже при жизни ставшие классиками, американский историк науки Дж. Холтон напомнил это высказывание и завершил вступительную речь так:

— Известно, что в наше время живет 80—90 процентов всех ученых, когда-либо работавших в мире. Благодаря этому мы имеем сейчас честь сидеть бок о бок с теми гигантами, на плечах которых мы стоим!

## СЕКРЕТНЫЙ ПРОПУСК

Лорд Черуэлл, личный помощник Черчилля во время второй мировой войны, имел пропуск, открывавший вход во все военные учреждения, даже самые засекреченные. Таким пропуском обладали лишь самые ответственные лица в английском правительстве — буквально несколько человек. Внешний вид пропуска держался в секрете, так как немецкий агент, снабженный подделкой, мог бы нанести огромный вред.

В результате лорда никуда не пускали. Каждый раз ему приходилось убеждать, что документ «правильный», и искать кого-нибудь, кто мог бы удостоверить его личность.



# Ц В Е Т Н И К И Б Е Л О Г О М О Р Я

Постоянные читатели журнала знакомы с фотографиями и статьями Ю. Ф. Астафьева, который много лет посвятил изучению и фотографированию подводного мира. Читатели могли познакомиться с обитателями Черного и дальневосточных морей, с рыбами и раками наших рек и озер. Приглашаем читателей в новое путешествие — в Белое море для встречи с гигантскими актиниями метридумами, которые, по всем справочникам, здесь не водятся.

Ю. АСТАФЬЕВ.

В лагере у пролива нас часто навещал молодой полярник Федя. Я расспрашивал его о море. Несмотря на молодость, он знал много. Это понятно: он, как и все здесь, с малолетства ловил рыбу, собирал водоросли. Федя рассказал нам о касатках, белухах и тюленях, о ловле сига и наваги, о том, как идут на нерест

семга и горбуша, которую переселили сюда с Дальнего Востока. И еще о многом другом. Но все, о чем он говорил, так или иначе касалось промысла. О жизни подводного мира Федя знал немного.

Море — это пашня для местных жителей. Оно кормит их, и все, что связано с промыслом, они знают до



тонкостей. Море воспитывает здесь человека в одном направлении, не оставляя времени, да и желания для праздного, с точки зрения рыбака, любопытства.

В числе прочего Федя упомянул о каких-то непонятных «огурцах». По его словам, «огурец» такой вытянутый, плотный и скользкий. Вот и все сведения! Что же это могло быть? Голотурин или крупные асцидии?

По словам Феда, «огурцы» нашли на затонувшем бревне, когда поддевали и подняли его со дна якорем-кошкой. Их было много, прямо облепили бревно со всех сторон. Вот такие они... И Федя нарисовал на песке палочкой широкий конус.

Что если это были крупные актинии? Ведь эти животные, сократившись, могут принимать конусовидную форму. К тому же я встречал сообщения акванавтистов, которые видели в Белом море поселения необычайно крупных актиний. Один из этих очевидцев сравнивал актиний в сократившемся состоянии со стаканом.

Судя по этим рассказам, актинии могли быть из семейства метриидов, которые, по всем справочникам, не водятся в Белом море.

Я заплывал на глубокие места и, ныряя, просматривал дно на глубине 12—15 метров, далеко плавал вдоль берега, обследовал дно у ближайших каменистых островов — луд и нигде не встречал крупных актиний.

При очередной встрече с Федей я спросил его:

— Где вы зацепили бревно с «огурцами»?

— Да рядом с деревней! Недалеко от нее есть старый пирс — когда тут строили железную дорогу, к нему подвозили разные материалы. Сейчас он разрушен, но в воде остались большие ряжи-срубы. Около них хорошо ловятся треска и зубатка. Рядом с одним из ряжей мы и подняли бревно.

— А сверху, сквозь воду, ничего не замечали? Таких вот животных — я нарисовал актинию метридум. У них много мелких щупалец, и поэтому они очень похо-

жи на цветы. В диаметре эти цветы должны быть сантиметров 10. Щупалец похож на мохнатую шапочку.

— Там, в глубине, просвечивало что-то белое и розовое, — проговорил, задумавшись, Федя, — только побольше этого, — кивнул он на мой рисунок, — с настоящей шапку, пожалуй, будет!

Я засомневался: если это актиния метридум, то очень уж большие.

Но теперь меня уже убеждал Федя:

— Правда, там что-то есть! Мы думали, что это зацепились за бревна медузы. Знаете, есть такие большие, с красной юбкой под зонтом. Впрочем, завтра утром я буду возвращаться в деревню и могу доставить вас на карбасе к самому пирсу. Посмотрите там сами под водой. Если не актиния, так, может, там есть другие интересные животные.

Заброшенный пирс находился на краю широкого луга, на котором мирно паслось стадо коров. Невысокая насыпь из крупных булыжников отходила от плоского берега в море и оканчивалась ряжем-срубом из толстых бревен, заполненным камнями. В нескольких метрах от него едва поднимался над поверхностью воды второй ряж.

— Неужели вы здесь нашли «огурцы»? — спросил я с сомнением. — Здесь же совсем мелко!

— Нет! Ряжи идут и дальше под водой, мы подняли бревно у следующего. Его вершина при низкой воде находится в метрах в двух от поверхности. А глубина у основания метров 6—8.

Карбас приткнулся к насыпи. Я высадился и быстро собрался в воду. У первого ряжа глубина была два-три метра. Кругом песок. По нему, оставляя извилистые дорожки следов, ползали улитки букцинумы. Колыхались желтые кусты фукусов. Кое-где виднелись морские звезды.

Дно полого уходило вниз. Впереди проступил и медленно надвигался на меня темный силуэт второго ряжа. Основание его размыва-

лось в зеленоватой тьме. И вдруг словно вспыхнул свет: прямо подо мной виднелось яркое белое пятно. Я нырнул, и передо мной засияла актиния метридум. Она стояла, прикрепившись основанием туловища к камню. Пышная шапка снежно-белых тонких щупалец венчала ее вытянутое цилиндрическое тело. Чуть дальше лежало бревно, на котором находилась целая группа таких же животных, только коричневого цвета.

Я всплыл на поверхность, карбас покачивался рядом. Федя, улыбаясь, смотрел на меня.

— Обожди, сейчас покажу их! — Я нырнул и огляделся. Неподалеку на небольшом камне сидели три актинии. Подняв камень вместе с животными, я начал медленно и осторожно всплывать. Но актинии дрогнули и начали сокращаться. Щупальца их втянулись в особые выросты туловища. В свою очередь, эти выросты, похожие на широкие лопасти, завернулись к центру туловища. Края его стянулись, и вот уже на камне сидело три продолговатых слизистых комка.

— Что я и говорил: морской «огурец», и только! К тому же соленый, — подвел итог Федя, брезгливо ткнул в одну из актиний и повел носом. — А запах-то какой! Тьфу!

— Ты бы посмотрел на них под водой — там это не «огурцы», а скорее прекрасные цветы!

— Нет уж, любуйтесь ими сами. Часа через три вернусь. — Федя развернул карбас и уплыл по своим делам. Я же опять нырнул к актиниям.

У самого ряжа их было множество — настоящие цветники! Все подножие сооружения, его стены, разбросанные по дну бревна и камни почти сплошь покрывали эти животные. Некоторые из них были высотой



около полуметра. Тело таких актиний было очень вытянуто, и раскидистая шапка щупалец делала их похожими на маленькие пальмы. Розовые, красные, оранжевые, оливковые, белые — они стояли вперемежку, плавно покачивая своими кронами. Иногда среди них виднелись окрашенные в два цвета. Например, по желтоватому туловищу красные пятна. Или туловище красное, а щупальца белые. А рядом другое сочетание: туловище коричневое, щупальца зеленые.

Я непрерывно фотографировал. Кончалась пленка, плыл к берегу, перезаряжал фотоаппарат — и снова в воду. Можно было не торопиться: времени было достаточно, и актинии никуда не уплывут. Но остановиться, передохнуть было невозможно. Брал верх азарт. И я нырял, пока не иссякла пленка.

Жаль, что свет лампы-вспышки мог осветить только ограниченное пространство и нельзя было запечатлеть всего великолепия поселения актиний, протянувшегося на многие метры цветными зарослями.

Много написано о красотах коралловых рифов в тропических морях. Сам я видел колонии кораллов только на фотографиях и в кинофильмах. Но я думаю, что вот такой участок дна по красоте и необычности не уступит коралловому рифу.

Кстати, актинии и кораллы близкие родственники. Но если кораллы — это колоннальные полипы, каждый из которых размером в несколько миллиметров, то актинии метридным по сравнению с ними настоящие гиганты.

Недалеко от поверхности моря солнечный свет как бы наполнял полупрозрачные тела актиний, и они светились нежными красками. В некоторых местах животные собрались в тесные группы, похожие на букеты, в других стояли ровными рядами, словно на клумбах.

Начинался прилив, течение усиливалось, и большинство актиний вытяну-

лись во весь рост и распушили щупальца, которые улавливали приносимый водой планктон. Многие, особенно сидящие на дне, изогнули туловище и повернули венец щупалец навстречу течению. Незабываемое зрелище!

Когда кончился запас пленки и несколько поугитили мои восторги, я стал внимательней рассматривать животных. В верхней части тела, в центре площадки, находился рот, окруженный похожими на губы складками. Стоило дотронуться до щупалец, как они тотчас же прилипали к руке. Ощущалось легкое жжение — это действовали стрекательные и особые клейкие клетки.

Щупальца актиний могут захватывать довольно крупных животных: рыб, ракообразных, моллюсков — их парализует яд стрекательных клеток. Затем рот актинии вытягивается, раскрывается, и добыча заглатывается в считанные секунды. Основную же пищу метридных составляют мелкие планктонные организмы. Здесь у старого пирса планктон в изобилии: ряжи обрывают под водой своеобразную плотину, где в промежутках циркулирует вода, принося все новые и новые «порции» пищи для актиний.

Часто можно было видеть крупных актиний в окружении небольших и совсем крохотных — потомства. Эти актинии размножаются почкованием. Присмотревшись, я увидел все стадии этого процесса: сначала на краю подошвы актинии образуется маленький отросток, который постепенно вытягивается и как бы отщипывается. Затем округляется и вытягивается. В верхней части его появляется ряд очень тонких щупалец, прорывается рот. Постепенно число щупалец растет, они располагаются уже несколькими concentрическими рядами. Размеры тела увеличиваются, и маленькая актиния приобретает черты взрослого животного.

Помимо почкования, актинии размножаются половым путем. Яйцеклетки и спер-

матозоиды созревают в особых перегородках во внутренней полости тела. По мере созревания сперматозоиды выносятся через рот наружу, и затем часть их вместе в водой попадает внутрь полости самки, где и происходит оплодотворение яиц. Крохотные личинки выходят наружу также через ротовое отверстие и через какое-то время прикрепляются к твердой поверхности и постепенно превращаются во взрослых полипов.

Когда за мной приплыл Федя, я лежал на береговом песочке. От усталости было трудно даже пошевелиться. А в глазах все стояли актинии — чудесные морские цветы.

...Перед отъездом я решил еще раз взглянуть на метридумов.

Момент для плавания был подходящий — отлив в самом разгаре. Уровень моря приближался к самой низкой отметке, но течение было еще сильное. При таком течении хотя и с усилием, но плавать было можно. Сразу направился ко второму ржу. Картина под водой была более впечатляющей! Казалось, что актинии стали еще выше, еще пышнее. Первая группа животных была на глубине всего 2,5—3 метров, на вертикальной стенке сруба несколько снежно-белых актиний. А в центре одна — особенно крупная, розового цвета. Чуть сбоку виднелись оранжевые животные.

Стан сверкающих гребневиков проносился с потоками воды. Около сруба медленно плавали стайки трески. А из-под бревен выглядывали темно-серые, почти черные зубатки.

На бурых бревнах розовели стройные, небольшие асцидии, стояли, словно кактусы, зеленые губки. Определенно Белое море в этот последний день решило показать мне всю свою красоту!

Я плавал, пока не начался прилив. Вода стремительно прибывала. Над дном потянулась мутная пелена. Глубина у ржа возрастала, и актинии словно уходили все ниже и ниже, растворяясь в туманной завесе.



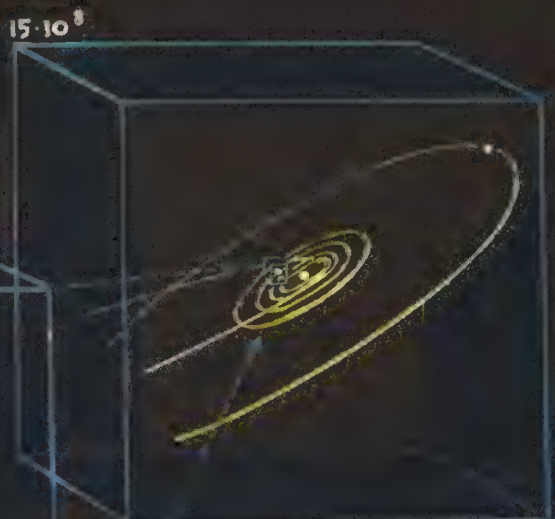




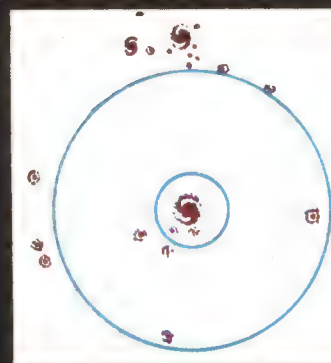
15 000 000 КМ



15 000 КМ



15 000 000 000 КМ



## ● ОБ ОСНОВАХ НАУК НАШ ЗВЕЗДНЫЙ АДРЕС

Схема показывает место нашей планеты во Вселенной. Длина стороны первого куба (внизу слева) — 15 тысяч километров, у второго она в сто раз больше, а далее увеличивается при переходе к каждому следующему кубу в тысячу раз. Масштабы небесных тел и расстояний между ними на рисунках не сохранены.

На врезке в середине рисунка показано расположение нашей Галактики относительно соседних галактик (слева) и сравнительно близкие к нам группы галактик (справа).

Подробное объяснение см. на стр. 93.



$15 \cdot 10^{11}$



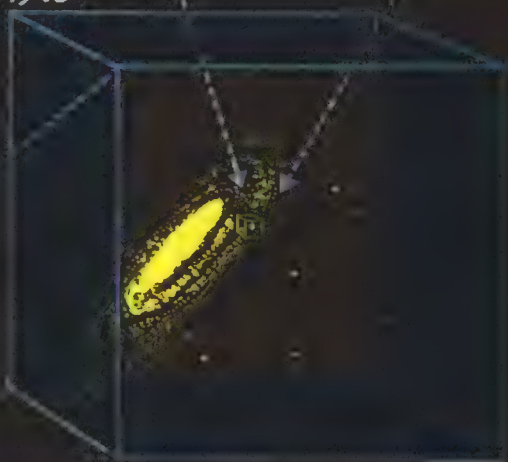
1500 000 000 000 KM

$15 \cdot 10^{14}$



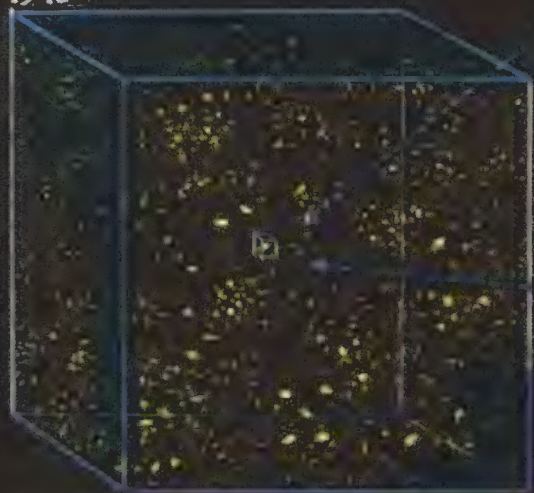
1500 000 000 000 000 KM

$15 \cdot 10^{17}$

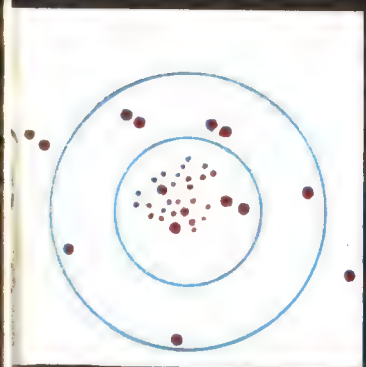


1500 000 000 000 000 000 KM

$15 \cdot 10^{20}$



1500 000 000 000 000 000 000 KM





На окраине Серпухова.

В залах историко-художественного музея города.





## УЧИТЕЛЬ И УЧЕНИКИ

Научные коллективы — сложные организмы. Их рождение, расцвет, а порой и распад происходят по законам развития человеческого общества. Одно время было очень модно обсуждать роль лидера в таком коллективе. Не знаю, привели ли такие дискуссии к каким-либо положительным результатам, но несомненно, что во главе научной школы всегда оказывается необычайный человек, одаренный драгоценной способностью направлять интересы своих учеников и опознавать плодотворные идеи и результаты, возникающие в его «регионе».

Взаимоотношения учителя и учеников можно сравнить с экологическими явлениями, только равновесие такой системы, пожалуй, еще более деликатно, чем в природе.

Наша наука знает многих прекрасных учителей, создавших свои школы в различных университетах и институтах.

Одна из блестящих научных школ родилась в Физическом институте Академии наук СССР. Во главе ее стоял Игорь Евгеньевич Тамм (1895—1971). Теперь о нем написана книга, написана теми, кто знал этого замечательного человека.

Я впервые увидел Игоря Евгеньевича, когда он приехал в Ленинград в 1938 г. с докладами о новой теории ядерных сил, которую придумал японский физик Юкава и обсуждали тогда все физики-теоретики страны (теоретиков было мало, считали их «штуками»). Навсегда остались в памяти необычайный энтузиазм Тамма, в то время уже знаменитого ученого (его курс теории электричества был нашим идеалом), и полная доступность и благожелательность в общении с нами, тогдашними студентами.

Узнавая ближе Игоря Евгеньевича Тамма, я убеждался, что основной его чертой было умение бескорыстно радоваться успехам науки, успеху каждого, кто сделал новый шаг на пути постижения загадок природы. Ну, конечно же, как всякий человек, он бывал доволен, когда удача сопутствовала ему самому, — он всегда был полон надежд. Но, пожалуй, еще больше, чем своим успехам, он радовался успехам учеников. Это чувство ему не изменило и тогда, когда маленькие ученики стали большими учеными и их свершения порою затмевали славу учителя.

Именно это замечательное и редкое качество определило его роль в науках теоретических (о них много рассказано в книге) и науках прикладных (о них, к сожалению, рассказано мало).

Тридцать три человека написали об Игоре Евгеньевиче Тамме. Не только образ



Игорь Евгеньевич Тамм. Фото 1965 года.



И. Е. Тамм на семинаре. Фото 1960 года.

этого прекрасного человека, но и личность каждого из них отразилась в книге. Пересказать ее нельзя, ее надо прочитать. А прочтя, еще раз подумать о том, как же следует беречь научные школы.

Доктор физико-математических наук  
Я. СМОРОДИНСКИЙ.

# МАТЕМАТИКА НЕЧЕТКОСТИ

Кандидат физико-математических наук А. ОРЛОВ.

В 1965 году в журнале «Информация и управление» появилась статья американского ученого Лотфи А. Заде, специалиста по теории управления сложными системами. Она называлась странно: «Fuzzy Sets». Второе слово этого названия переводится с английского языка привычным математическим термином «множества», а вот первое никогда до сих пор в кибернетической литературе не использовалось. Согласно словарю, «fuzz» — пух, пушинка, «fuzzy» — пушистый. На русский язык термин «fuzzy» переводят сейчас по-разному: нечеткий, размытый, расплывчатый, туманный, пушистый и т. п.

С тех пор «пушистой» тематике были посвящены тысячи книг и статей. Появилось новое направление в математической кибернетике — теория нечеткости. Выходит международный журнал «Нечеткие множества и системы». По этой теории проводятся конференции, в том числе и в нашей стране.

В этой статье будет рассказано, почему необходимо учитывать нечеткость при описании мышления и восприятия человека, при построении математических моделей реальных явлений, будет дано определение нечетких множеств, сказано об «удвоении математики» с помощью понятия нечеткости, о практических применениях новой теории.

## ЧТО ЕСТЬ КУЧА?

Знаменитый софизм «Куча» обсуждали еще древнегреческие философы. Вот как можно его изложить: «Одно зерно не составляет кучу. Если к тому, что не составляет кучи, добавить одно зерно, то куча не получится. Следовательно, никакое количество зерен не составляет кучу».

Утверждение явно нелепо: каждый согласится, что 100 000 000 зерен пшеницы — довольно большая куча (объемом около 6 кубометров). Как же возникает столь абсурдный вывод?

Прежде всего задумаемся: о чем говорит этот софизм? В нем обсуждаются два по-

График отражает мнения людей, которым показывают совокупности зерен, спрашивая: «Куча это или не куча?». Кривую среднего мнения можно рассматривать как функцию принадлежности множества чисел, соответствующих понятию «куча».



нятия — «несколько зерен» и «куча» — и показывается, что граница между ними в мышлении людей и в отражающем это мышление естественном языке (русском, английском, любом другом) нечетка.

В самом деле, разве можно указать такое число  $N$ , чтобы совокупность из  $N$  зерен — уже куча, а из  $(N - 1)$  зерна — еще нет? Можете ли вы допустить, что 325 647 зерен не образуют кучу, а 325 648 образуют? Конечно, указание точной границы здесь бессмысленно. Вы попросту не сможете различить эти две совокупности зерен.

Вообразите теперь, что проводится специальная серия опытов: большому числу людей предлагают наборы из  $p$  зерен и спрашивают: «Это куча?». И пусть никто не уклоняется от ответа! Что будет происходить? При малом  $p$  все единодушны: «Нет, это не куча, это всего лишь несколько зерен». При многих миллионах зерен все тоже будут едины в своем мнении: «Это куча». А при промежуточных значениях  $p$  мнения разделятся — одни выскажутся за «кучу», другие против.

Описанный эксперимент допускает плодотворную интерпретацию: каждому числу зерен  $p$  можно сопоставить число  $P_p$  — долю тех опрошенных, которые считают  $p$  зерен кучей. С такой точки зрения понятие «куча» описывается не одним числом — границей между «несколькими зернами» и «кучей», а последовательностью  $P_p$ , которая равна нулю при малых  $p$  и единице — при больших (см. рисунок слева).

Софизм «Куча» обсуждал замечательный французский математик Эмиль Борель. Именно он предложил описывать понятие «куча» последовательностью  $P_p$  и указал



способ получения этой последовательности с помощью массового опроса.

Стоит отметить, что это понятие размыто не только для совокупности людей, но и для отдельно взятого человека. Представьте себе, что вам предъявляют один за другим наборы зерен, спрашивая: «Это куча?» Что вы будете отвечать? При малом числе зерен — «нет», при большом — «да», а при промежуточном станете колебаться. Если экспериментатор настойчив, он вытянет у вас ответ типа: «Это скорее куча, чем несколько зерен», — а если он убедительно потребует от вас оценить степень вашей уверенности числом, то добьется чего-нибудь вроде: «Семьдесят пять шансов из ста за то, что это куча». В итоге ваше мнение будет выражено графиком того же типа, что приведен на рисунке.

## МЫ МЫСЛИМ НЕЧЕТКО

Что такое «оранжевый цвет»? Казалось бы, ответить на этот вопрос нетрудно — достаточно указать на шкале электромагнитных волн границы, между которыми лежит оранжевый цвет. В «Малой Советской Энциклопедии» (1930 г.) даже указаны конкретные числа: 589 микрометров — грань оранжевого и золотисто-желтого, 656 мкм — красного и оранжевого.

Но подумайте сами: неужели вы сможете ощутить разницу в цвете при переходе на 1 микрометр — от 655,5 мкм (оранжевый цвет) к 656,5 мкм (красный)? Конечно, нет.

Размыты не только представления о цветах. Представьте себе, например, множество петухов. Представили? А теперь скажите: относится ли к нему леденцовый петушок на деревянной палочке? Задумались, не так ли? Вот и здесь расплывчатость...

Описанные ситуации типичны. Понятия естественного языка, с помощью которого мы общаемся друг с другом, как правило, размыты.

Нечеткость свойственна не только естественному языку, но и диалектам науки. Возьмем для примера физику. Зададимся вопросом: можно ли указать длину предмета (для определенности в метрах) с точностью до тридцатого знака после запятой? Вещество состоит из атомов, атомы из электронов, протонов и нейтронов. Можно ли указать абсолютно точно положение электрона? В квантовой механике есть замечательное утверждение — принцип неопределенности: произведение неопределенности в определении импульса частицы на неопределенность в определении ее положения всегда больше вполне конкретной величины — постоянной Планка. Импульс электрона в атоме не может достигать сколь угодно высоких значений, таким образом, неопределенность импульса ограничена. Стало быть, неопределенность в положении электрона всегда больше некоторой величины — примерно  $10^{-10}$  метра. Иными словами, неустранимая неточность подстерегает нас уже в десятом знаке после запятой, так что о тридцатом не может быть и речи. Отсюда недалеко до вывода: длину любого



Функции принадлежности множества «желтый цвет», «оранжевый цвет», «красный цвет», элементы которых — длины световых волн.

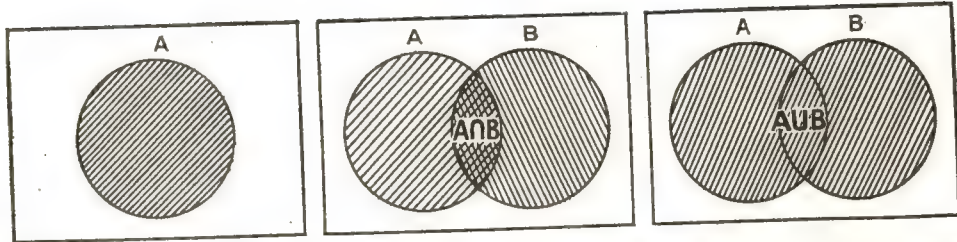
тела следует задавать не одним определенным числом, а совокупностью чисел с размытыми границами, то есть нечетким множеством.

Бытует мнение, что непогрешимой четкостью отличается язык математики. Однако это не так. Например, мы уже не раз употребляли слово «множество». Это фундаментальное понятие лежит в основе современной математики. Существует математическая теория множеств. Как и во всякой математической теории, все ее положения базируются на системе аксиом. Эту систему можно строить по-разному. Выражаясь языком специалистов, теория множеств может быть аксиоматизирована различными способами. В получающихся при этом разновидностях теории множеств некоторые выводы оказываются прямо противоположными. Возьмем для примера так называемую континуум-гипотезу. При одних аксиоматизациях она верна, при других — верно ее отрицание.

Что же говорить о других менее точных науках! Автору этой статьи в свое время довелось столкнуться с таким любопытным фактом: по определению одной группы медиков «затяжное течение острой пневмонии» имеет место в шести случаях из ста, по мнению другой — в шестидесяти.

В подобных ситуациях возникает естественное желание навести большую четкость в понятиях и представлениях. Однако в наведении четкости есть своя мера и своя опасная грань, за которой излишняя четкость становится вредной.

Например, при некоторых социологических исследованиях интересуются мнениями опрашиваемых, не учитывая, что эти мнения весьма нечетки или еще не сформировались. Вот вопросы одной, взятой наугад, анкеты: «Что прежде всего необходимо вам для счастья? Иметь интересную работу? Пользоваться уважением окружающих? Любить и быть любимым? Приносить пользу людям?» Сумеете ли вы с абсолютной уверенностью выбрать лишь одно из того, о чем вас спрашивают? А организаторы опроса настаивают на четкости. С расчетом на нее обычно и составляются анкеты. (Вспомним — ведь и мы, проводя мысленный опрос по поводу софизма «Куча», запрещали уклоняться от ответа на вопрос: «Это куча?» — и требовали отвечать либо «да», либо «нет».) И опрашиваемые сами



Прямоугольник и круг (левый рисунок) олицетворяют собой универсальное множество и еще одно, включенное в него некоторое множество  $A$ . Темная луночка (в середине) — пересечение множеств  $A$  и  $B$ , представленных кругами (это понятие объяснено в статье). Фигура, похожая на по-

валенную набок восьмерку (справа), изображает объединение тех же множеств: это множество всех тех элементов, каждый из которых входит хотя бы в одно из множеств  $A$  и  $B$ . На рисунках приведены традиционные обозначения для пересечения и объединения множеств.

уже стараются сформулировать свои мнения поотчетливее. Однако эти мнения имеют довольно слабую связь с реальными представлениями людей, что порою приводит к существенным ошибкам в прогнозировании на основе подобных социологических данных.

Разумно ли в таких ситуациях добиваться предельной четкости? Взвешивая этот вопрос, обратимся еще раз к математике. Как мы видели, даже в ней нет окончательной ясности с некоторыми важными понятиями. Между тем математики в массе своей применяют эти понятия весьма широко и обычно довольно успешно — эффективность математических методов в самых различных сферах знания общеизвестна. Точно так же естественный язык без особых затруднений используется, несмотря на свою нечеткость.

Мы убеждаемся, что, во-первых, мышление человека органически присуща нечеткость, а во-вторых, что эта нечеткость ничуть не зазорна: она естественна. Значит, при разработке математических моделей мышления и поведения человека надо учитывать эту нечеткость — игнорировать ее нельзя! Необходим моделирующий ее математический аппарат.

Но какие математические понятия следует при этом применять?

В основании современной математики, как уже говорилось, лежит понятие множества. Чтобы задать то или иное конкретное множество предметов, надо относительно каждого предмета уметь ответить на вопрос: «Принадлежит данный предмет данному множеству или не принадлежит?» Но мы уже видели, что границы понятий, как правило, размыты, так что четкий ответ на подобный вопрос возможен далеко не всегда. Значит, для описания нечеткости надо взять за основу понятие множества, несколько отличающееся от привычного, более широкое, нежели оно.

### НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА

Основоположник теории нечеткости Л. А. Заде рассматривает ее как аппарат для анализа и моделирования «гуманистических систем, то есть систем, в которых участвует человек». Его подход, выражаясь его же словами, опирается на предпосылку о том, что элементами мышления человека являются не числа, а элементы некоторых

нечетких множеств, для которых переход от «принадлежности» к «непринадлежности» не скачкообразен, а непрерывен.

Что же это такое — нечеткое множество? Мы уже составили некоторое представление об этом понятии, когда разбирали софизм «Куча» или когда описывали восприятие оранжевого цвета.

Чтобы определить нечеткое множество, надо прежде всего задать совокупность всех тех элементов, для которых имеет смысл говорить о мере их принадлежности рассматриваемому нечеткому множеству. Эта совокупность называется универсальным множеством. (Для «кучи» — это множество натуральных чисел, для описания цветов — отрезок шкалы электромагнитных волн, соответствующий видимому свету.)

Задать нечеткое множество — это значит установить для каждого элемента универсального множества степень принадлежности этого элемента нечеткому множеству. Другими словами, более привычными математикой, нечеткое множество характеризуется функцией, ставящей в соответствие каждому элементу универсального множества степень его принадлежности нечеткому множеству (см. предыдущие рисунки).

Как же соотносятся традиционное понятие множества и понятие нечеткого множества? Легко видеть, что обычные множества — частный случай нечетких, в котором функция принадлежности принимает только два значения — нуль или единица. Единица — если элемент входит в множество, нуль — если не входит.

### ОПЕРАЦИИ НАД НЕЧЕТКИМИ МНОЖЕСТВАМИ

В популярной (да и не только популярной) математической литературе множества принято изображать с помощью так называемых кругов Эйлера. Такое изображение мы видим вверху. Круг, олицетворяющий некоторое множество, нарисован внутри прямоугольной рамки: прямоугольником представлено универсальное множество, подмножествами которого мы будем заниматься.

Великий математик Леонард Эйлер, предложивший такие картинки, писал, что «они очень подходят для того, чтобы облегчить наши размышления». В этом нетрудно убедиться.



Одна из широко применяемых операций над множествами — операция пересечения. Возьмем два множества, обозначим их А и В. Пересечение А и В — это множество, состоящее из всех элементов, которые входят и в А и в В. Иллюстрация этого понятия с помощью кругов Эйлера приведена на втором из рисунков слева.

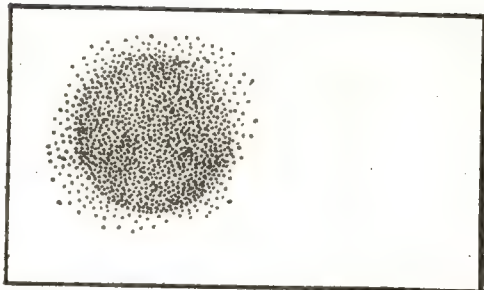
Нечеткие множества тоже можно изобразить при помощи кругов. Только круги на этот раз будут с размытыми границами. Спадающая к краям насыщенность тона передает значение функции принадлежности — чем она больше, тем насыщеннее тон. Это показано на верхнем рисунке справа. На следующем рисунке изображено пересечение двух нечетких множеств.

Сразу оговоримся: пересечению, вводимому в традиционном учении о множествах, в теории нечетких множеств соответствует не одна, а две операции — пересечение и произведение.

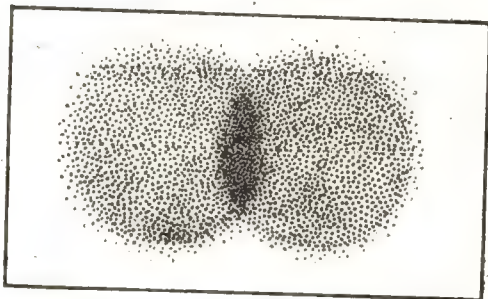
Пересечение двух нечетких множеств — это тоже нечеткое множество. Его функция принадлежности определяется как минимум функций принадлежности тех нечетких множеств, пересечение которых ищется.

А вот функция принадлежности произведения двух нечетких множеств определяется иначе — как произведение функций принадлежности того и другого.

На рисунке внизу точки горизонтальной оси соответствуют пяти особам мужского пола. Это герои популярной повести Дж. К. Джерома «Трое в лодке, не считая собаки» (в нашем рассуждении мы, однако, считаем пса Монморанси полноправным участником всех дальнейших построений; мы присоединили к ним еще и дядюшку Поджера). Мы станем оценивать каждого представителя великолепной пятерки по двум параметрам — молодости и красоте. На рисунке линиями различного вида отмечены графики функций принадлежности нечетких множеств красавцев и юнцов, а также их пересечения и произведения, то есть понимаемого двумя разными способами нечеткого множества особ красивых и молодых (приведенные оценки отражают,



Нечетное множество естественно изображать с помощью круга с размытыми краями (вверху). Таким приемом можно попытаться изобразить пересечение нечетких множеств (внизу).



разумеется, субъективную точку зрения автора статьи).

В каждой точке штрихпунктирный график (пересечение) совпадает либо с точечным, либо со сплошным — с тем из них, который в данной точке ниже, то есть с тем, у которого значение функции принадлежности здесь минимально. Пунктир же (произведение) почти всюду ниже штрихпунктира, смыкаясь с ним лишь в точках, соответствующих бравому псу да явно немолодому дядюшке Поджеру. Как видно, произведение жестче, нежели пересечение, отбраковывает претендентов на звание молодых красавцев, не в полной мере соответствующих. Иначе говоря, ответ на вопрос: «Кто красивее и моложе?» — зависит от того, каким способом оценки пользоваться.

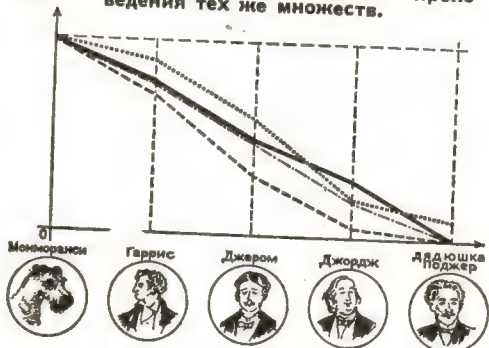
С точки зрения приложений теории нечетких множеств в этом есть свои достоинства. Оказывается, пересечение разумно применять тогда, когда объединяемые союзом «и» понятия тесно связаны друг с другом, а произведение — когда они независимы.

Примем теперь во внимание, что в реальных ситуациях может встретиться не два, а гораздо больше видов взаимосвязи понятий. Так что «расщепление» операции пересечения, с которым мы только что познакомились, вовсе не причуда математиков.

Операции объединения, тоже очень употребительной в традиционной теории множеств (см. стр. 64), среди нечетких множеств соответствуют опять-таки две операции: объединение и сумма. А вот операция отрицания в теории нечетких множеств одна, как и в традиционном понимании.

Используются и другие операции над нечеткими множествами. Однако в короткой статье всего не расскажешь. Скажем лишь

Кто и красив и молод? На рисунке этот вопрос анализируется по отношению к героям повести Дж. К. Джерома «Трое в лодке». Сплошной линией показана функция принадлежности нечеткого множества молодых, точечной — множества красивых, штрихпунктирной — пересечения множеств красивых и молодых, пунктирной — произведения тех же множеств.



несколько слов по поводу алгебры нечетких множеств.

Что означает этот термин? Для его разъяснения обратимся к примеру. Общеизвестно, что для любых трех чисел  $A$ ,  $B$  и  $C$  справедливо алгебраическое тождество  $A(B + C) = AB + AC$ . Это так называемое распределительное свойство умножения: чтобы умножить некоторое число на сумму двух других, можно умножить его на каждое слагаемое в отдельности и полученные произведения сложить. Есть и другие тождества, отражающие свойства операций над числами и применяемые в алгебре для преобразования буквенных выражений.

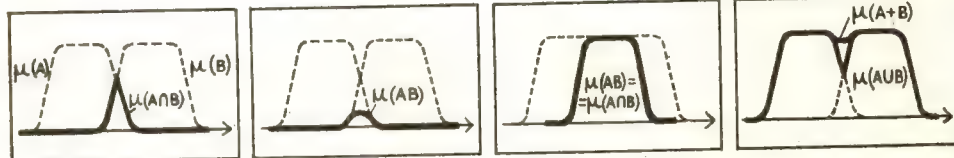
Сходные тождества есть и в теории множеств: они выражают свойства операций над множествами и составляют основу так называемой алгебры множеств. (Подробнее о них см. внизу.)

Одни из них могут быть перенесены в теорию нечетких множеств недорогой ценой замены одних терминов другими; однако есть среди этих тождеств и такие, которые сохраняют свою силу лишь при некоторых оговорках.

Иными словами, алгебра нечетких множеств, хотя и имеет много общего с алгеброй четких, кое в чем существенно отличается от нее.

## УДВОЕНИЕ МАТЕМАТИКИ

Поскольку теория множеств — основа современной математики, понятие нечеткости позволяет «удвоить математику»: заменяя обычные множества нечеткими, мы можем каждому математическому термину поставить в соответствие его нечеткий аналог. Рассматривают, например, нечеткие классификации, упорядочения, логики, теоремы, алгоритмы, правила принятия решений и т. д. и т. п. Чтобы это перечисление не было для читателя просто набором слов, разберем несколько примеров.



В теории нечетких множеств понятие пересечения своеобразным образом «расщепляется»: здесь говорят о пересечении и о произведении нечетких множеств. Функция принадлежности пересечения определяется как минимум функций принадлежности исходных множеств, произведения — как произведение тех же функций. Полученные столь различными путями функции могут существенно различаться, если исходные функции перекрываются лишь своими краями (первые два рисунка). Если же они близки друг другу, то функции принадлежности пересечения и произведения могут совпасть (следующий рисунок).

Функция принадлежности объединения двух нечетких множеств  $A$  и  $B$  определяется как максимум функций принадлежности

Первым в нашем списке упомянуты классификации. Под классификацией имеется в виду разбиение совокупности элементов на классы — группы сходных между собой элементов. В четкой классификации каждый элемент относится к одному определенному классу. А в размытой — задается функция принадлежности элемента различным классам. Расплывчатая классификация обычно больше соответствует реальности, чем строгая.

Представьте себе — идет вам навстречу человек. Лишь в редких случаях вы с уверенностью скажете: «Это блондин». Чаще о цвете волос придется высказаться уклончиво: «Скорее шатен, чем брюнет». Так что, признайтесь, классификация встречаемых по цвету волос у вас нечеткая. Поэтому пушистые классификации надо изучать — этим и занимается соответствующая часть туманной математики.

Пример нечеткого упорядочения нетрудно найти в магазине, присмотревшись к поведению нерешительного покупателя. Надо приобрести часы, да вот какие? И «Слава» нравится и «Ракета» современна. То есть и «Слава» на сколько-то процентов привлекательна и «Ракета» — тут и появляются функции принадлежности марок к множеству привлекательных. А ведь сравнивать можно по многим критериям — по внешнему виду, по цене, по надежности и т. д. Для каждого критерия — своя туманность, нужно эти расплывчатости сводить вместе, чтобы принять решение — покупать или не покупать... А для описания всего этого надо развивать математическую теорию нечетких упорядочений, принятия расплывчатых решений...

А что такое нечеткая логика? С позиций обычной логики утверждения бывают либо истинные, либо ложные. А в размытой логике — утверждения в какой-то степени истинны, а в какой-то — ложны. Присмотритесь к себе — очень многое, что вы говори-

исходных множеств, а функция принадлежности суммы так: надо сложить функции принадлежности  $A$  и  $B$  и вычесть из полученной суммы произведение тех же функций (любитель математики без труда докажет, что результат лежит между нулем и единицей). Графически это пояснено на последнем рисунке. Греческая буква «мю» — устойчивее обозначение функций принадлежности.

Множества в традиционном понимании этого термина — частный случай нечетких множеств. Применяя к ним операции пересечения и произведения нечетких множеств, мы получим пересечение множеств в привычном значении этого термина. В самом деле, функция принадлежности обычного множества принимает только два значения — 0 и 1. Их минимум — тоже либо 0, либо 1, причем 1 — тогда и только тогда, когда оба сравниваемых значения равны единице. Значит, функция принадлежности пересечения принимает значение 1, если элемент

## ПОДРОБНОСТИ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ



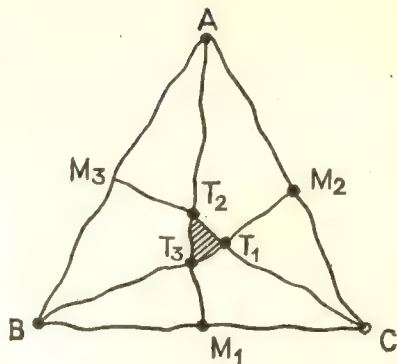
те и думаете, имеет лишь относительную истинность. Например, вы сказали: «Вчера я хорошо поработал». Сразу возникают вопросы: «А разве нельзя было поработать еще лучше? Что значит — хорошо?» Согласитесь: ваши слова истинны не на сто процентов. И подобное можно сказать не только по части житейских высказываний, но и относительно утверждений науки.

Вот, скажем, как выглядит нечеткий аналог теоремы о том, что три медианы треугольника пересекаются в одной точке (см. рисунок):

«Пусть АВ, ВС и СА — примерно прямые линии, которые образуют примерно треугольник с вершинами А, В, С. Пусть  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  — примерно середины сторон ВС, СА и АВ соответственно. Тогда примерно прямые линии  $AM_1$ ,  $BM_2$  и  $CM_3$  образуют примерно треугольник  $T_1T_2T_3$ , который более или менее мал относительно треугольника АВС».

Конечно, эта формулировка становится разумной только после того, как будет точно определен смысл слов «примерно» и «более или менее мал». Вот как, скажем, можно уточнить понятие «примерно отрезок АВ»: под ним будем понимать любую кривую, проходящую через точки А и В, такую, что расстояние (в обычном смысле) от любой точки кривой до отрезка АВ мало по отношению к длине АВ. Осталось выяснить, что значит «мало». Ответ может даваться нечетким множеством со своей функцией принадлежности.

Нечеткие алгоритмы — тоже не экзотика. Многие инструкции в какой-то мере расплывчаты. Беря поваренную книгу, любая хозяйка знает: чтобы блюдо удалось, к печатным рецептам надо добавить свою интерпретацию, а также смекалку и удачу. Если же поручить роботу готовить суп, то придется нечеткие слова естественного языка определять с помощью функций принадлежности. Значит, нужна соответствующая



Здесь проиллюстрирован нечеткий аналог теоремы о пересечении медиан треугольника в одной точке.

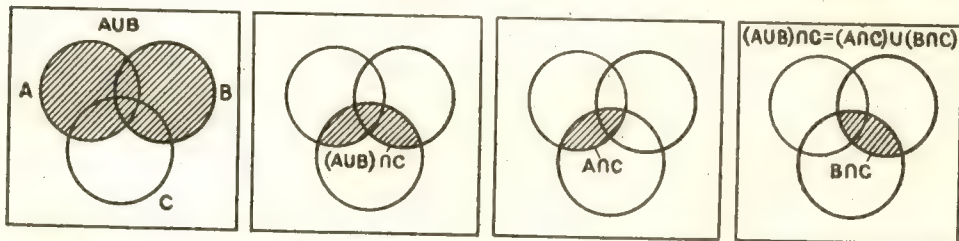
математическая теория — теория нечетких алгоритмов.

Продолжать можно без конца. «Удвоение математики» — настоящая необходимость. Однако «скоро сказка сказывается, да не скоро дело делается». Теория нечеткости молода. Всего лишь семнадцать лет! Минг по сравнению с двадцатью пятью веками геометрии!

Тем не менее, несмотря на свою молодость, нечеткая математика уже находит успешное приложение.

## ПОЛЬЗА НЕЧЕТКОСТИ

Поскольку размытость свойственна самому восприятию и мышлению человека, теория нечеткости используется прежде всего в науках, изучающих эти стороны человеческой природы: в психологии, в социологии, в исследовании операций... Зачастую в ходе социологических и экспертных опросов человеку легче сформулировать свое мнение расплывчато, а не четко, и размытый



принадлежит обоим множествам, и 0 — в остальных случаях. Такова же функция принадлежности и у обычного пересечения. Для произведения тот же вывод следует из того, что произведение двух чисел, каждое из которых либо 0, либо 1, равно 1, если оба равны единице, и равно нулю в остальных случаях. Сходным путем можно проверить, что операция объединения и суммы нечетких множеств, примененные и обычным множествам, дают в итоге объединение в традиционном понимании.

Алгебра множеств во многом сходна с алгеброй чисел. Возьмем числовое тождество  $(A + B)C = AC + BC$ . В алгебре множеств ему соответствует тождество, приведенное на последнем рисунке: объединение аналогично сложению, произведение — умножению. Это нетрудно проверить с помощью кругов Эйлера. На первом рисунке заштри-

ховано объединение множеств А и В, на втором — пересечение этого объединения с множеством С, на следующих — пересечение множества С с А и В соответственно. Из сравнения рисунков очевидно, что объединение множеств, указанных штриховкой на двух последних рисунках, дает множество, заштрихованное на втором рисунке. Тождество доказано!

Оказывается, это тождество справедливо также для объединения и пересечения нечетких множеств. А вот для суммы и произведения оно справедливо не всегда, а тогда и только тогда, когда для любого элемента универсального множества либо функция принадлежности хотя бы одного из множеств А, В, С равна нулю, либо функция принадлежности С равна единице. Как видим, алгебра нечетких множеств не во всем аналогична традиционной.

ответ является к тому же более адекватным. Поэтому создаются методы сбора и анализа нечеткой информации.

Пример — система управления рыбным промыслом. Исходная информация — сообщения с судов и мнения экспертов. Они нечетки: в таком-то квадрате количество рыбы оценивается величиной между таким-то и таким-то пределами, суда стоит направить туда-то и т. д. По этим данным согласно алгоритмам нечеткой математики производится оптимизация в расплывчатых условиях. И затем выдается четкий приказ: каким судам куда идти. (Результат его выполнения — количество рыбы — разумеется, нельзя предсказать точно: нечеткость исходной информации не устраняется четкостью приказа.)

Аппарат теории нечеткости оказался полезным в самых разных прикладных областях — в химической технологии и в медицине, при управлении движением автотранспорта и в экономической географии, и теории надежности и при контроле качества продукции...

Группа химиков во главе с академиком В. В. Кафаровым изучала процессы, протекающие в ванне стекловаренной печи при производстве листового стекла. Основное при этом — исследовать распределение поля температур в бассейне ванны. Можно это делать в классическом стиле, рассматривая дифференциальное уравнение в частных производных, которому удовлетворяет поле температур. Уравнение это можно решить хорошо известным среди специалистов методом Фурье. Но химики предлагают другой подход. В соответствии с ним повышение температуры при переходе от одной точки бассейна печи к другой является нечетким. Химики рассчитали поле температур размытым методом и сравнили свои результаты с числами, полученными по методу Фурье. Относительное расхождение не превышало шести процентов, что считается пренебрежимо малым в этой области. Но счет на ЭВМ занял в 5–6 раз меньше машинного времени.

## ПАРАДОКС ТЕОРИИ НЕЧЕТКОСТИ

В концепции размытости есть свой подход к познанию мира, к построению моделей реальных явлений. Хочется во всем увидеть нечеткость и смоделировать эту нечеткость подходящим расплывчатым объектом.

Мы уже рассмотрели много примеров, когда такой подход разумен и полезен. Возникает искушение провозгласить тезис: «Все в мире нечетко». Он выглядит особенно привлекательно в связи с большой вредностью излишней, обманчивой четкости. Но можно ли этот тезис провести последовательно?

Вспомним: нечеткое множество задается функцией принадлежности. Обратим внимание на аргумент и на значение этой функции. Четкие это объекты или размытые? Тезис «все в мире нечетко» наталкивает на мысль, что они расплывчатые.

Действительно, вспомним наши примеры — скажем, софизм «Куча». Сначала по-

говорим про аргумент функции, то есть про число зерен, относительно которых решается вопрос: «Куча это или не куча?» Число зерен в достаточно большой совокупности — разве может быть оно известно абсолютно точно? Как ни считай зерна — вручную, на вес, автоматически — всегда возможны ошибки (человек может ошибиться, автомат — сломаться...). Или пройдемся по остальным примерам — всюду то же самое!

А теперь — о значении функции принадлежности. Оно уж тем более нечетко! Мнение человека, разве имеет смысл выражать его хотя бы с тремя значащими цифрами? В социологии общепризнано, что человек в словесных оценках обычно не может различить больше трех, в лучшем случае — шести градаций. Отсюда можно вывести с помощью соответствующего расчета, что функция принадлежности, отражающая мнение одного человека, может быть определена лишь с точностью 0,17–0,33. Так что мнения Иванова и Петрова на самом первом рисунке следовало бы выразить не тонкими кривыми, а довольно широкими полосами. Если же функция принадлежности строится как среднее индивидуальных мнений, то и тогда ее значения известны отнюдь не абсолютно точно из-за того, что опрашиваемая совокупность людей обычно не включает и малой доли тех, кого можно было опросить. И только если значения функции принадлежности вычисляются по аналитическим формулам, они известны абсолютно точно. Но тогда возникает законный вопрос: насколько обоснованы сами эти формулы? Обычно оказывается, что обоснование у них довольно слабое...

Каков итог? И аргумент и значение функции принадлежности необходимо считать нечеткими.

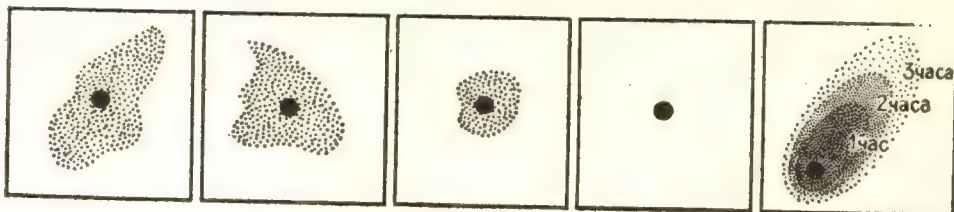
Что же из этого следует? Начнем опять с аргумента. Он сам является не строго определенной величиной, а некоторым нечетким множеством величин, значит, описывается некоторой функцией принадлежности — задается каким-то своим аргументом. А этот новый аргумент — он ведь тоже нечеток! Опять появляется функция принадлежности — с каким-то третьим аргументом. И так далее.

Остановимся ли мы когда-либо на этом пути? Если остановимся, то должны будем использовать четкие значения аргумента — а это противоречит тезису «все в мире нечетко». В соответствии с этим тезисом четкие значения фиктивны, им ничто в мире не соответствует. Если же не остановимся, то получим бесконечную последовательность нечетких моделей, в которой из каждого размытого множества, как из матрешки, вылезает новая расплывчатость.

Л. А. Заде разработал аппарат пушистых множеств с размытыми функциями принадлежности, благоразумно не вдаваясь при этом в рассуждения о том, на каком же шагу считать функцию принадлежности четкой.

Конечно, описанный парадокс не мешает успешно использовать расплывчатую математику в конкретных приложениях. Из не-





го вытекает лишь необходимость указывать и обсуждать границы ее применимости.

### ПОД МАСКОЙ НЕЧЕТКОСТИ — ВЕРОЯТНОСТЬ

Можно понять специалистов по нечеткой математике: психологически легче работать, когда убежден, что развиваешь совершенно новое направление. Однако объективности ради мы должны упомянуть и другое мнение, существующее среди математиков: пушистая математика — часть теории случайных множеств.

Что это такое — случайное множество? Ради ясности поговорим сначала о понятии случайной величины. Это величина, зависящая от случая, — скажем, результат наблюдения, зависящий от случайных приводящих факторов. Случайное множество — множество, зависящее от случая.

В 1978 году вышла монография, в которой случайные множества использовались для моделирования распространения лесных пожаров. Пусть возник очаг пожара в точке, жирно выделенной на рисунках сверху. Какую форму пожар будет иметь через час? На первых трех рисунках изображено несколько вариантов — так их можно увидеть с самолета (предпоследний рисунок соответствует случаю, когда пожар прекратился). От чего же зависит форма пожара? Конечно, от того, как «устроен» лес — какие в нем породы деревьев, сколько сухостоя, есть ли естественные преграды для огня (ручьи, овраги), а также от метеорологических условий — куда дует ветер, сколько осадков выпало за последнее время, какова температура воздуха... Все эти условия неизвестны в точности наблюдателю на самолете. Иными словами, множество деревьев, охваченных огнем, — это случайное множество. Поэтому вполне естественно моделировать распространение пожара с помощью теории вероятностей. Получаются картинки типа заключительной, где изображена охваченная пожаром площадь через определенное время после его начала. (Расчет проводился для случая, когда дует устойчивый ветер определенного направления, на рисунке — юго-западный.) Эти результаты, полученные с помощью случайных множеств, могут найти применение в лесном хозяйстве.

Как же нечеткие множества сводятся к случайным? С каждым случайным множеством можно связать некоторую функцию — вероятность того, что элемент принадлежит множеству. Эта функция обладает всеми свойствами функции принадлежности нечеткого множества. Оказывается, верно и обратное — для любого размытого множества можно подобрать случайное множество так, что вероятность принадлежности эле-

На рисунках — варианты распространения лесного пожара и результаты расчета, проведенного с помощью аппарата случайных множеств.

мента случайному множеству всюду совпадает с функцией принадлежности размытого множества. Подобное соответствие можно установить так, что результаты операций над множествами тоже будут соответствовать друг другу.

Есть все основания полагать, что связь между размытостью и вероятностью позволит применить в теории нечеткости методы и результаты, накопленные в теории случайных множеств. И наоборот, даст возможность перенести понятия и постановки задач из первой теории во вторую, что послужит прогрессу в обеих.

Почему же туманники порою открещиваются от теории вероятности? Одна из причин — устаревшее на полвека представление о математике случая, согласно которому она рассматривается как «наука о массовых явлениях»: вероятность мыслится как предел частоты, а случайное событие — как то, которое может произойти (при определенных условиях), а может и не произойти. Все это — отголоски далекого прошлого, когда теория вероятностей недостаточно отделялась от ее приложений. Ныне она опирается на четкую систему аксиом, обычно — на аксиоматику А. Н. Колмогорова (в 1933 году им была опубликована основополагающая монография, приведенная в списке литературы). Теоремы в ней доказываются точно так же, как и в любом другом разделе математики, без всяких ссылок на свойства реального мира. Ее выводы могут применяться при анализе весьма различных реальных явлений — как массовых, так и таких, где нет и речи о массовости и частоте. Именно таковы многие расплывчатости, «нечастотную» природу которых туманники рассматривают как причину несводимости к вероятности.

Подведем итоги. Теория нечеткости — новая перспективная область математики, интересная теоретикам и полезная прикладникам.

### ЛИТЕРАТУРА

- Борель Э. Вероятность и достоверность. М., Физматгиз, 1961.  
Заде Л. А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. Сборник «Математика сегодня». М., «Знание», 1974.  
Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М., «Мир», 1976.  
Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей. 2-е изд. М., «Наука», 1974.  
Орлов А. И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М., «Наука», 1979.  
Орлов А. И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. М., «Знание», 1980.



В Ы С Т А В К А  
«О П Т И К А - 8 2»

В Москве весной 1982 года проходила международная выставка «Оптика-82». Ведущие фирмы мира демонстрировали на ней достижения в области прикладной оптики и современных технологических процессов, определяющих развитие этой отрасли техники в ближайшие годы. В экспозиции были представлены: волоконная оптика, лазеры, оптические приборы, вакуумное оборудование, в том числе для нанесения интерференционных покрытий, оборудование для производства очков, медицинские приборы и многое другое. Советская экспозиция была посвящена основе оптической промышленности — оптическому стеклу.

Внимание широкого круга посетителей привлек раздел фотокинетехники. Фотография проникла в наше время во все области знания, стала увлечением миллионов людей. Фотоаппарат есть сегодня практически в каждой семье. Именно этим объясняется высокий удельный вес фотоаппаратуры в общей продукции опτικο-механической промышленности. Представленные на выставке образцы отразили основные направления и тенденции в развитии современной фототехники. Предлагаем вниманию читателей заметки специального корреспондента журнала «Наука и жизнь» А. Волгина об этом разделе выставки.

К концу 70-х годов обрела реальность давняя мечта фотографов — они получили в свое распоряжение фотоаппараты, в которых все операции съемки стали полностью автоматизированы, включая даже такую технически сложную задачу, как наводка на резкость. Эти камеры поступают сегодня на мировой рынок миллионными тиражами.

Фотограф, пользующийся современной камерой, избавлен от необходимости вводить значение чувствительности пленки в экспониметрическое устройство, взводить затвор и перематывать пленку, определять экспозицию, наводить на резкость, включать вспышку при недостатке света — все это делается автоматически.

Полной автоматизация камер удалось достичь благодаря внедрению в фототехнику достижений микроэлектроники. Встроенные в аппарат микропроцессоры учитывают условия съемки и управляют работой всех механизмов, а также индикатором, на котором высвечиваются значения выдержки, диафрагмы и т. д. Механизмы приводятся в действие электродвигателями — миниатюрными, мощными, экономичными, разработка которых даже на современном уровне техники представляет проблему. Эти технические новшества нашли применение в аппаратах всех типов — от массовых любительских до традиционно консервативных профессиональных камер на оптической схеме.

Автоматизация дала возможность сосредоточить все внимание на творческой стороне съемки. Простота обращения и гарантированное хорошее качество снимка привлекали в фотографию новые миллионы любителей всех возрастов — от внуков до бабушек.

На сегодняшний день наибольшие возможности для съемки представляют зер-

кальные камеры. В 1860 году англичанин Томас Саттон создал первую однообъективную зеркальную камеру. С этого времени зеркальные аппараты, снимающие на фотопластинку, получали широкое распространение. Однако к 30-м годам они потеряли свое значение из-за всеобщего перехода на киноленту. Новый этап развития зеркальных аппаратов начался с 1936 года, когда впервые была создана однообъективная зеркальная камера «Киноэкззата» для съемки на киноленту шириной 35 мм.

В массовых количествах зеркальные камеры производят лишь СССР, ГДР и Япония. Прежде аппараты этого типа выпускали во многих странах, но постепенно под давлением конкуренции число производителей сократилось. Объясняется это тем, что изготовление зеркальной камеры предъявляет высокие требования к уровню производства. Главной проблемой для небольших фирм оказалась невозможность наладить массовый выпуск объективов по приемлемой стоимости. Только высокий уровень технологии обеспечивал рентабельность производства. Этот уровень был достигнут нашей оптико-механической промышленностью.

Сегодня на мировой рынок поступает более 80 моделей зеркальных камер. Многие из них имеют автоматическую установку экспозиции, а некоторые и наводку на резкость. К ним выпускаются новые типы компактных электронных затворов с металлическими шторками (замена матерчатых шторок металлическими позволяла уменьшить размеры фотоаппаратов, повысить стабильность срабатывания затворов при низких температурах), моторные приставки для взвода затвора и перемотки пленки, в том числе и обратной перемотки снятой пленки в кассету. Для зеркальных камер производится огромное — для отдельных моделей несколько сот — число разнообразных приспособлений и устройств, из которых наиболее ин-



актор высотой в 40 м после полного завершения его монтажа, выполнив это исследование во время гидравлического испытания реактора. Предварительные исследования показали, что можно обнаружить мельчайшие течи и тем более трещины, находящиеся на расстоянии 5—25 м от приемника звука.

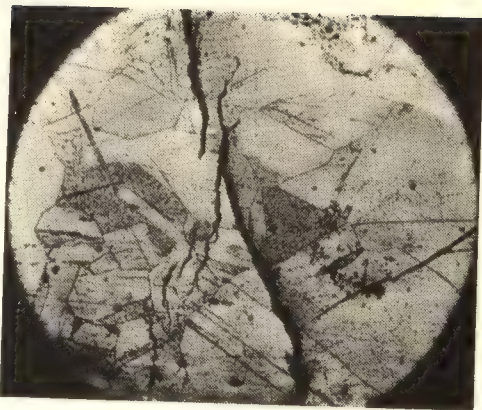
В методически-диагностическом центре по испытанию материалов без разрушения, организованном при Высшем техническом училище в Магдебурге, удалось получить важные сведения о ходе процесса разрушения разных сталей, сварных швов, при снятии стружки с металла, а также при разрушении различных сортов стекла, пород дерева, разных горных пород и даже человеческих костей. Эти сведения служат важным подспорьем для систематического повышения прочности материалов и в решении многих других задач материаловедения и биологических наук. Недавно эта новая методика выдержала интересный экзамен. Во время испытания под давлением, выполнявшегося на модели резервуара, на которой была сделана искусственная насечка, электронная звуковая система локализации дефектов обнаружила при определенном давлении начало возникновения трещины в совершенно неожиданном месте. Специалисты по прочности не поверили новому методу: согласно их расчетам, слабое место резервуара было совсем не здесь. И только когда при дальнейшем росте давления резервуар разрушился именно там, где предсказал анализ звукового излучения, все были вынуждены признать достоинства акустического метода.

Возможно, анализ звукового излучения позволит радикально улучшить качество сварочных работ. Было обнаружено, что каждый сварщик имеет свой собственный «акустический почерк» и что по звуку можно надежно установить наличие каких-то отклонений качества сварки.

Традиционными методами испытания материалов без разрушения до сих пор были просвечивание рентгеновскими или гамма-лучами, ультразвуковыми и электромагнитная дефектоскопия, а также некоторые другие методы. Все они служили в основном для того, чтобы обнаруживать уже имеющиеся неоднородности материала — например, усадочные раковины, поры, шлаковые включения, трещины, — не предоставляя при этом возможности сделать какие-то выводы о поведении этих дефектов под действием нагрузки.

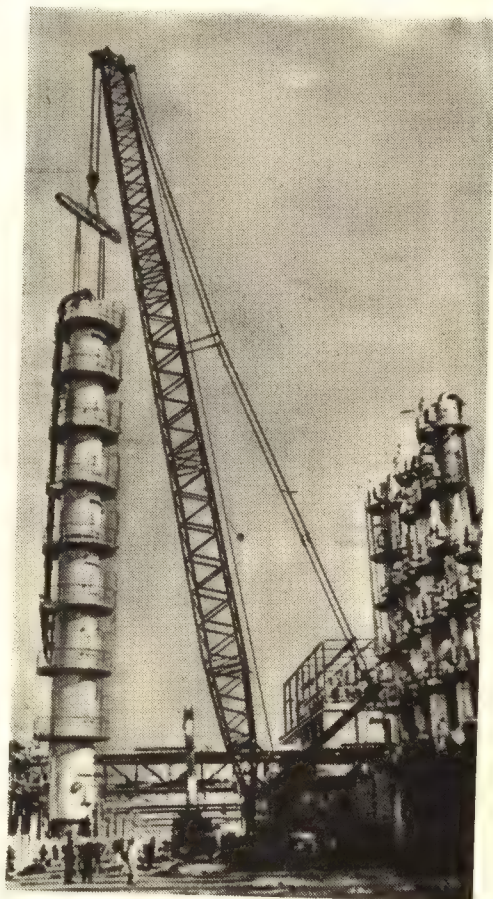
Анализ звукового излучения, напротив, замечает только такие неоднородности, из-за которых под действием механической нагрузки происходит возникновение и распространение трещин. В отличие от прежних методов теперь можно, исходя из измерения в одном-единственном месте, установить, имеется или нет в испытуемом объекте какой-то источник звуков, а следовательно, дефект.

Перевел с немецкого В. ЛУЦКИЙ  
(журнал «Югэнд унд техник»  
№ 12, 1980 г.).



Микротрещины при стократном увеличении. Так они выглядят в начале периода испускания звуков. Только тогда, когда эти трещины достигнут длины в несколько миллиметров, их можно будет с достаточной надежностью обнаружить методом магнитной дефектоскопии (намагничиванием с последующим «проявлением» дефектов флуоресцирующим магнитным порошком).

Химический реактор, прочность которого была проверена методом регистрации сверхслабых звуков незадолго до окончательного монтажа.







# Л Я Г У Ш К А, КОТОРАЯ ЖИВЕТ НА ДЕРЕВЕ

В древнейшие времена жизнь, развивавшаяся в океане, распространилась и на сушу. Разведчиками, осваивавшими новую стихию, были существа, не порвавшие окончательно связь с колыбелью своих предков — водой. Первые земноводные, как мы теперь называем существа, способные жить и в воде и на суше, дали в результате эволюции великое многообразие животного мира, заселяющего ныне континенты. Однако и сама граница между водой и сушей оказалась не только порогом, который жизнь переступила однажды, чтобы навсегда оставить позади, и поныне в этой узкой зоне обитает немало земноводных. Правда, как показывает палеонтология, по сравнению с древними временами их многообразие сильно уменьшилось.

Один из представителей земноводных, пожалуй, лучше других знаком каждому. Это лягушка. Вместе со своими ближайшими родственниками — жабами и жерлянками лягушки образуют один отряд — бесхвостых земноводных. Он довольно многочислен — в

нем до 2600 видов, и он хорошо приспособился к жизни в самых различных условиях. Лягушку или жабу можно встретить в любом уголке планеты за исключением только мест с постоянными низкими температурами и в самых сухих пустынях.

Сообщество бесхвостых земноводных живет на планете по меньшей мере 130 миллионов лет, и его представители успели обзавестись такими способностями, о которых, мы, считающие их старыми знакомыми, порой и представляния не имеем.

Мало кто знает, например, что лягушка не может пить воду. Свою потребность в жидкости она удовлетворяет через кожу. В жизни земноводных кожа вообще выполняет очень большую роль, поскольку она обеспечивает благополучие организма, обитающего в двух столь разных средах — в воде и на воздухе. Недаром ученые уделяют ее исследованию заметное внимание.

Известно, что кожа лягушек и жаб выделяет секреты, содержащие огром-

ное число различных соединений. Некоторые из них уже давно используются людьми. Это яды. Есть виды лягушек и жаб, яды которых относятся к самым сильным. Например, яд так называемой земляничной лягушки, обитающей в Южной Америке, в ничтожном количестве — пять миллионных долей грамма — мгновенно убивает мышь. Индейцы-охотники собирают этот яд с кожи лягушки и отравляют им стрелы. Чтобы лягушка выделяла больше ядовитой жидкости, ее подносят близко к огню.

Самая ядовитая лягушка обитает в Колумбии. Это маленькое существо золотисто-желтого цвета, длиной менее пяти сантиметров. Ее ядом пользуются индейцы, охотящиеся с помощью духовых трубок. Охотник берет лягушку с собой, спрятав ее в маленький ящичек. Перед выстрелом он проводит острием стрелы по коже животного так, чтобы его не поранить. Яда, который останется на кончике стрелы, достаточно, чтобы убить человека. Ядом такой лягушки одновременно можно отравить десять стрел.

В дозированной виде яды, как известно, могут быть и целительными. В старых восточных рецептах упоминаются яды, собираемые с кожи некоторых жаб. В наше время особый интерес ученых обращен на лягушачьи яды, способные снижать кровяное давление у человека, а также расширять сосуды. Заключительным этапом таких исследований должен стать синтез этих очень сложных соединений, что обеспечит массовое производство подобных лекарств.

Зачем, однако, природа помогла некоторым видам лягушек покрыть себя ядовитыми выделениями? Ответ, кажется, лежит на поверхности: это защита от врагов!

Справедливо. Животное, схватившее в пасть или даже проглотившее такую лягушку, горюхится выплюнуть или изрыгнуть ее. Его слизистые оболочки получают сильный ожог. Опас-



ности, однако, для жизни хищника не возникает, пока яд не попал в его кровеносную систему. Но рефлекс, который помещает ему второй раз начать охоту за такой добычей, несомненно возникает.

Новейшие исследования показывают, что кожные яды служат не только для отпугивания врагов. Прежде всего это защита против микроорганизмов. Иначе грибки и бактерии не замедлили бы расселиться на постоянно влажном теле лягушки. Выделения кожи не позволяют паразитам атаковать животное. Делались опыты, при которых с лягушки удаляли ее ядовитую защиту. Она быстро погибала из-за инфекций.

В некоторых лабораториях занимаются выделением этих защитных веществ. Возможно, со временем они смогут заменить теряющие свою силу антибиотики. Кое-что удалось уже сейчас: на основе составных частей лягушачьего яда удалось синтезировать эффективное лекарство для борьбы с грибком, поражающим ноги.

Одновременно с фармакологами бесхвостыми земноводными занимаются и этологи — ученые, исследующие поведение животных. Особенности среды обитания выработали у этих существ много необычного в их образе поведения и способах защиты.

Одна из разновидностей лягушек, например, снабжена длинным заостренным носом, благодаря которому животное имеет очень забавный вид. По образу жизни это ночной охотник. Когда приходит день, лягушка залезает в какую-либо щель, оставляя снаружи только свой нос. Ни один мелкий хищник не в состоянии вытянуть ее из укрытия: нос у нее скользкий и в то же время твердый, как кость, и потому зубам не поддается. Не может ее вытащить и человек.

Лягушка Другого вида удивительно точно имитирует формами своего тела — главным образом наростами на носу и над глазами — очертания листьев деревьев, в которых она

живет. Хищники — птицы или четвероногие — не в состоянии обнаружить такую лягушку, когда она сидит на ветке. Но для своих сородичей она остается видимой: мимикрия действительно лишь для наблюдателя, находящегося в отдалении. Некоторые виды пользуются цветовой мимикрией, ни в чем не уступая в этом хамелеону. Например, лягушки одного из видов, живущие в Бразилии, на солнечном свете имеют светло-зеленую, как листва, окраску, но стоит по какой-либо причине наступить затемнению, как в течение нескольких минут они меняют цвет кожи на шоколадный.

В погоне за источниками пищи многие виды лягушек завоевали себе сферы обитания, довольно далекие от воды. Таковы, например, лягушки, живущие в кустарниках и на деревьях. Здесь они находят насекомых и других мелких животных.

Эволюция помогла этим видам. Пальцы на их лапках, например, получили плоские подушечки, благодаря чему животное легко взбирается по стволу вверх. Куда более глубокое изменение должно было претерпеть поведение лягушек, связанное с продолжением рода, с размножением. Ведь известно, что новое поколение возникает из икры и проходит фазу жизни в воде — кто не видел головастика! Но не все древесные лягушки могут найти болотце, чтобы положить там икру.

Вот что рассказывает зоолог Рольф Бехтер о том, как происходит размножение у древесной лягушки, живущей в лесах Французской Гвинеи. Ученый, посвятивший себя изучению жизни бесхвостых амфибий, отдал много времени наблюдениям и недавно опубликовал об этом научный репортаж. В нем много неожиданного и удивительного.

Все начинается с того, что самец приглашает самку на брачную игру — лягушки этого вида крохотные, не более двух сантиметров в длину. Он издает тихие, разделенные короткими паузами звуки.

## ● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

Самочка движется на этот звук — по стволу, по ветвям и листьям. После того, как они увидели друг друга, начинается путешествие в поисках места, куда можно положить икру. Если во время странствия, продолжающегося иногда многие часы, самочка отстанет, потеряется из виду, самец останавливается и зовет ее.

Обычно таким местом оказывается пазуха листа бромелии — она, как правило, наполовину заполнена во-

Лягушачий мир демонстрирует величайшее разнообразие защитной окраски.





дой. Если пара удовлетворена находкой, начинается игра: они выпряют, кружатся вокруг своей оси или застывают друг против друга так, что только подергивание задних лапок говорит, что они живы. Церемония длится часами.

И вдруг самец делает прыжок, другой и исчезает. Самочка остается одна. Теперь она откладывает в воду две, три, не более четырех икринок и тоже удаляется.

Хотя в ближайшие дни самец сюда не возвращается, в икринках через три часа, как они попали в воду, начинается деление клеток. Это значит, что мужское семя оказалось в воде еще до того, как в нее попала икра. Такой способ оплодотворения, указывает Бехтер, имеет свои достоинства, если к одному листу вместе с самцом придут две самочки, — что бывает нередко, — икра каждой из них будет оплодотворена.

Но самец не исчезает бесследно. Через десять — двенадцать дней он вновь появляется у колыбели, где развивается его потомство.

Бехтер предполагает даже, что у животного есть биологические часы — настолько accurately возвращаются отцы, чтобы выполнить довольно сложные обязанности, порученные им природой. Самец ныряет в воду, и личинки, которые освободились уже от оболочек, присасываются к его спине. Недозревшие до этой стадии остаются в своей первой колыбели, а прикрепившихся к нему он разносит по растению и рассеяет поодиночке. Это важно по двум причинам: для развития нескольких новорожденных объем воды в пазухе листа слишком мал, а главное — молодь склонна к каннибализму, кто-либо из братьев и сестер может быть съеден. Оказавшись около новых жилищ, личинки по очереди спускаются со спины отца — в той последовательности, в какой они к спине прикреплялись. Никогда сразу две не попадут в одну пазуху листа.

Но самое замечательное: перед тем, как отпустить очередную личинку в воду, отец окунает в нее свою

заднюю лапку. Он ждет, не укусит ли его головастики, уже поселившийся там другим отцом. Двоим там жить нельзя!

Благодаря такому тонко отработанному инстинкту лягушки этого вида имеют коэффициент размножения ничуть не меньший, чем те, которые для продолжения рода располагают обширными водоемами и откладывают по 20 тысяч икринок.

Здесь перечислены, разумеется, не все интересные и полезные особенности лягушек. Но об одном надо сказать. Приспособившаяся за миллионы лет к жизни в самых разных условиях, ля-

гушка оказывается беспомощной, когда в ее жизнь вторгаются изменения, принесенные техникой, производством. Простейший пример: сколько их гибнет на шоссе под колесами автомобилей!

Не всегда просто учесть интересы лягушачьего семейства, но очень часто это можно сделать без больших затрат, стоит лишь подумать об этом животном, пользу которого мы еще только познаем. Пусть для нас кваканье никогда не звучит как крик о помощи.

По материалам  
зарубежных журналов.

Из многочисленного семейства квакш в нашей стране обитают всего два вида: квакша обыкновенная (1), которая встречается на Украине и на Кавказе, и квакша дальневосточная. Квакши живут на деревьях и для передвижения по вертикальным поверхностям имеют на концах пальцев расширенные диски — подушечки, богатые слизистыми железами (2). Прикрепление к ветке дерева тем сильнее, чем меньше воздуха между ней и такой подушечкой. Особые мышцы могут делать эти диски более плоскими, и тогда они плотно прижимаются к поверхности. Квакши прикрепляются к дереву также и за счет кожи горла и брюшка.

Некоторые лягушки из семейства веслоногих еще лучше приспособились к новой среде обитания. Они не только отлично лазают по веткам деревьев, но и могут перелетать с дерева на дерево, совершая планирующие прыжки длиной до 12 метров. Их называют летающими лягушками. Между пальцами у них есть тончайшие перепонки. Наиболее известна яванская летающая лягушка (3).

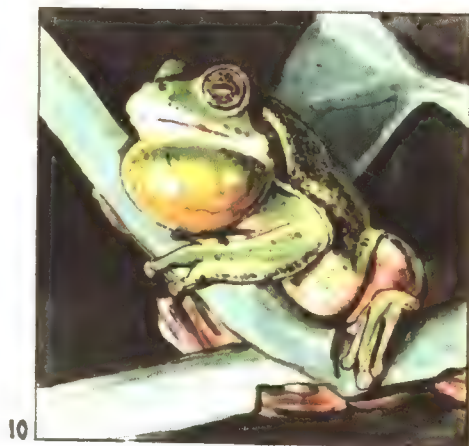
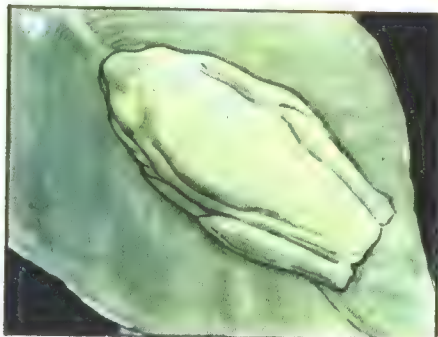
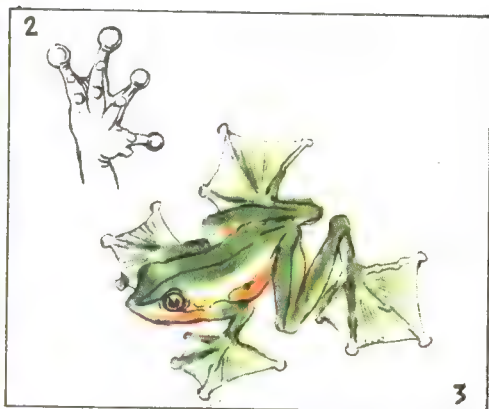
Многие лягушки обладают способностью изменять цвет и форму своего тела, с целью маскировки имитируя поверхность, на которой находятся. Квакша, обитающая в Бразилии, напоминает листочек (4). Защитную роль играет и яркая, «предупредительная» окраска ядовитых видов лягушек. Одна из самых ядовитых — древолаз маленький (он действительно самый маленький из древолазов, его длина всего 18 мм), которого за его окраску называют еще земляничной лягушкой (5).

Интересная разновидность древесных лягушек обитает в Центральной и Южной Америке — это филломедузы (6). Они живут в кронах деревьев. Лапки у них хватательные — без перепонки и со слабо развитыми подушечками, способствующими прилипанию, — но держат они очень цепко, и оторвать филломедузу от веточки невозможно, не повредив ей лапку. Движения филломедузы медлительны и осторожны, напоминают движения хамелеона. Самки их откладывают икру не в естественный водоем, а заворачивают ее в листья, склеивающиеся благодаря липкой оболочке икринок (7). Подобные гнезда строит и яванская веслоногая лягушка (8).

У некоторых древесных лягушек выработались особые формы заботы о потомстве. Самец листолаза двуцветного переносит головастика, присосавшегося к его спине, с места откладки икры в воду (9).

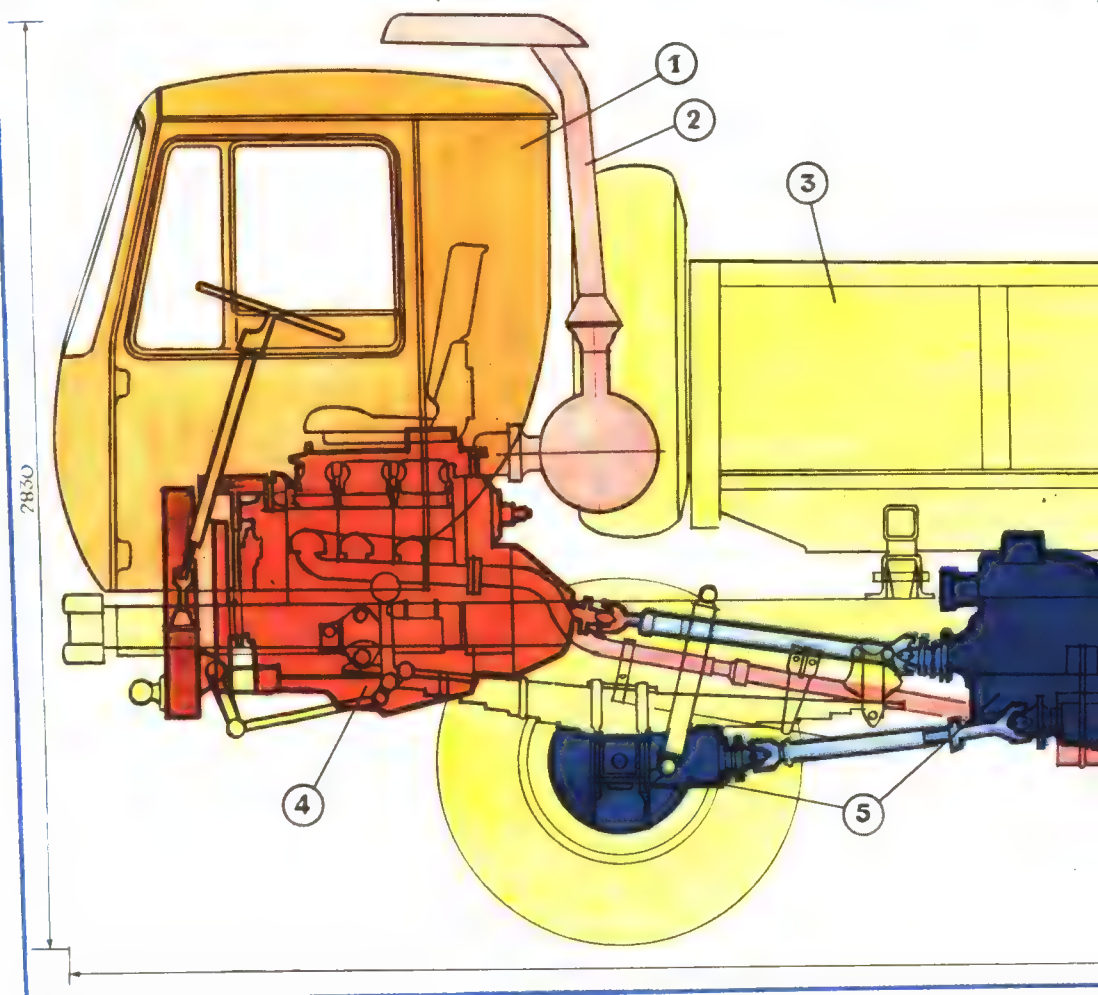
Звуки, издаваемые древесными лягушками, очень разнообразны и громки. У самцов на горле под кожей есть голосовой мешок-резонатор, раздувающийся при кваканье в виде пузыря (10). Он усиливает громкость звука.







Автомобиль КАЗ-4540 с прицепом ГKB-8535 перевозит до 11 тонн груза.







### «ТЕРЕМОК» НА КОЛЕСАХ

Представители производственного объединения «Атоммаш» на оптовой ярмарке товаров культурно-бытового назначения в Москве продемонстрировали с целью изучения спроса образец автоприцепа, который намечается серийно выпускать с будущего года.

Прицеп-дача «Теремок» имеет четыре спальных места, мини-кухню с двухконфорочной газовой плитой и мойкой, отсеки для хранения одежды, белья, постельных принадлежностей, кухонной утвари и прочего.

Два пятилитровых газовых баллона для кухни устанавливаются в специальном отделении, изолированном от жилого помещения.

«Теремок» можно подключать и к стационарным источникам электричества и водоснабжения.

Длина прицепа-дачи — 4,1 метра, ширина — 1,95 метра, высота — 2,25 метра, полезная площадь — 6,6 квадратного метра, масса — 500 килограммов.

Для хранения «Теремка» гараж не нужен: он сконструирован с учетом хранения на открытой площадке или под навесом.

Транспортировать прицеп можно автомобилями «Москвич», «Жигули», «Волга» и подобными этого класса.

### КОМПЛЕКС ЭСТРАДНОЙ АППАРАТУРЫ

Тенденция «электронизации» — оснащения электронной аппаратурой — с каждым годом все сильнее проявляется не только у профессионалов эстрады, но и у самодеятельных вокально — инструментальных групп. Учитывая потребности этих групп, предприятия Минрадиопрома СССР разработали и приступили к производству оригинальных усиительно — акустических комплексов «Эстрада-

101». Комплекс состоит из микшер-пульта на 10 входов, блока усилителей, четырех выносных громкоговорителей и четырех микрофонов со складными стойками.

Микшер-пульт имеет органы управления по каждому входу, позволяет плавно регулировать тембр и создавать эффект реверберации.

Блок усилителей имеет четыре выходных канала и развивает в каждом мощность до 75 ватт.

Рабочий диапазон частот комплекса от 20 до 25 000 герц.

Розничная цена «Эстрада-101» — 2600 рублей.

### ВЕЛО-УНИВЕРСАЛ

Серийный выпуск долгожданного велосипеда на трех колесах для взрослых начался на Жуковском велозаводе в Брянской области.

Этот велосипед универсальный: в три, буквально, минуты его можно превратить в обычный двухколесный. Для этого нужно снять приставную раму с одним колесом.

Новинка называется «Десна-2». Цена — 120 рублей.



### ● НОВЫЕ ТОВАРЫ

# В Л А С Т Ь НАД ГЕНОМ

## Очерк второй: молекулы-перевозчики

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

У микроорганизмов в качестве генетического материала выступает та же ДНК, что и у растений, животных и грибов. Но бактерии не имеют оформленного, ограниченного мембраной ядра. В каждой бактериальной клетке имеется единственная хромосома, состоящая из одной молекулы ДНК, начало и конец которой состыкованы, образуют кольцо.

Но нет правила без исключения. Уже давно в бактериях обнаружены самостоятельные, существующие помимо хромосом генетические элементы, которые сейчас чаще всего называют плазмидами. Так же, как и бактериальные хромосомы, это кольцевые (циркулярные) молекулы ДНК. Но если молекулярный вес хромосомной ДНК где-то в пределах 1—2 миллиардов дальтон, то плазмиды существенно меньше, обычно раз в тысячу. Однако иногда попадаются настоящие гиганты и среди плазмид, вес которых составляет до нескольких процентов веса хромосомной ДНК. Все же чаще всего доля плазмидной ДНК в бактериальной клетке не превышает одного процента от хромосомной.

Поэтому, чтобы выделять плазмиды в достаточном количестве, пришлось разработать специальные методы. Хорошо, если удельная плотность плазмидной ДНК отличается от хромосомной. Тогда их легко расслоить с помощью центрифугирования в градиенте тяжелой соли (этот метод я описывал в предыдущем очерке).

Если же плотности плазмидных и хромосомных ДНК совпадают, приходится использовать другие методики. Хромосомную ДНК нельзя выделить в виде целых молекул: обычно она ломается на линейные фрагменты, а маленькие кольца плазмид остаются целыми. Если затем подщелочить раствор ДНК или нагреть его выше температуры, разрывающей свя-



зи между нитями двойных спиралей ДНК, то она распадется на одиночные цепи, которые в результате теплового движения теряют друг друга, и даже если мы понизим pH или температуру, потребуется время, чтобы двойные спирали восстановили свою структуру.

Иное дело — плазмидные ДНК. Даже когда они денатурированы, то есть когда их двойные цепи распались, последовательности ДНК в кольце остаются намотанными друг на друга, и при благоприятных условиях водородные связи между ними восстановятся практически мгновенно.

В результате всей этой манипуляции ученые получают раствор однострочной хромосомной ДНК и двустрочной плазмидной. Остается лишь пропустить его через нитроцеллюлозный фильтр, обладающий способностью задерживать (ученые говорят «связывать») однострочные ДНК, и мы отделим плазмидную ДНК.

Более распространен другой способ. Некоторые флюоресцентные красители, например, бромид этидия, жадно связываются с ДНК, встраиваясь между соседними основаниями в цепи. Цепочка ДНК при этом удлиняется и плотность ее снижается. Кольцевые молекулы менее охотно связываются с красителем, ибо есть предел удлинения кольца без его разрыва. В результате линейные и кольцевые молекулы обретают разную плотность и могут быть разделены центрифугой. Это тем более удобно, что комплекс «ДНК-краситель» светится ярко-оранжевым светом, так что полосы кольцевой и линейной ДНК в центрифужной пробирке можно увидеть невооруженным глазом. После разделения остается лишь отмыть ДНК от краски, чтобы получить плазмидную ДНК в чистом виде.

Но зачем ее получать? Оказалось, что свойства плазмид для генной инженерии незаменимы. И теперь плазмиды не только выделяют: их конструируют, вырезая из них рестриктазами ненужные участки и вставляя лигазами новые. Важные в научном отношении плазмиды патентуются как ценные изобретения.

Практическая значимость плазмид автоматически вытекает из способа их размно-



На электронной микрофотографии плазмидных ДНК хорошо видна их кольцевая форма.

жения. Представим себе, что кольцевая ДНК реплицировалась — построила себе копию. Однако эти кольца оказываются продетыми друг в друга, как звенья цепочки. Такие структуры были обнаружены на электронных микрофотографиях, их называют катенанами.

Дальнейшее размножение катенана приводит к тому, что у нас получится что-то вроде олимпийской эмблемы — сплетенные друг с другом кольца. Чтобы они разошлись, необходимо временно разорвать кольца, превратить кольцевую молекулу ДНК в линейную. Кольцевая структура затем восстановится уже известным нам ферментом — лигазой.

Но ведь ДНК в хромосоме бактерии тоже кольцевая. Поэтому для каждого воспроизведения ДНК (репликации) нужно, чтобы цепь временно разорвалась, а затем сшилась. И вот здесь, в бактериальной клетке, начинаются фантастические перетасовки — рекомбинации — генного материала. Линейная форма плазмиды, обитающей в бактерии, может «пришиться» к концу бактериальной хромосомы. Плазида, встроенная в геном бактерии, называется эписомой. И наоборот, кусок хромосомы бактерии, содержащий один или несколько генов, легко встраивается в плазмиду и вместе с ней может быть передан другой бактерии, причем не только дочерней клетке, образующейся при делении материнской. Некоторые плазмиды обладают способностью переходить из одной бактерии в другую, иногда даже другого вида. Такие плазмиды называют переносными — трансмиссильными.

Трансмиссильность (ужасный по звучанию, но распространенный термин) вызывается определенным геном, на основе которого синтезируется специфический белок — пилин. Молекулы пилина «строят» пили — нитевидные отростки бактериальной клетки, по ним-то плазмидная и хромосомная ДНК может переходить от одной бактерии к другой. Плазида, потерявшая ген пилина, теряет способность и к перемещению — по крайней мере до той поры, пока не приобретет этот ген от другой плазмиды. Так же, как пчелы, опыляя, переносят генетическую информацию с цветка на цветок, вирусы и плазмиды могут переносить ее от бактерии к бактерии.

Какие же гены они могут переносить? В принципе любые — до тех пор, пока сами не станут генами хозяина. В резуль-

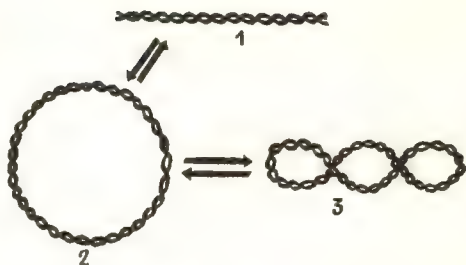
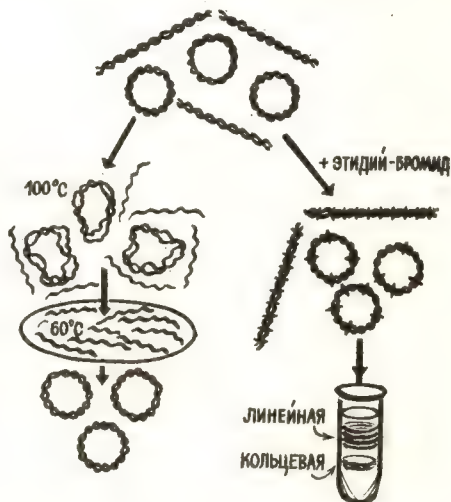
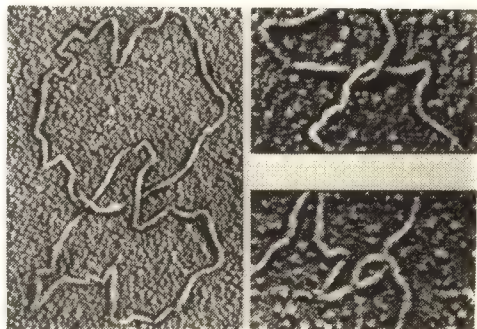


Схема структурных превращений плазмидной ДНК. Линейная форма (1) возникает при разрыве кольцевой (2); этот процесс обратим: кольцевая структура восстанавливается после сшивки лигазой. Кольцо может вторично сирчиваться в сверхспиральную форму (3).



Два способа выделения плазмидной ДНК. Слева: смесь линейной хромосомной и кольцевой ДНК нагревают до 100°C. При последующем снижении температуры двойные спирали кольцевой ДНК восстанавливаются мгновенно, а линейная ДНК задерживается нитроцеллюлозным фильтром, через который свободно проходит кольцевая. Справа: в смесь ДНК добавляют бромид-этидия, молекулы которого, влияя на двойную спираль, как бы растягивают ее в длину. Кольцо не может растягиваться беспредельно, поэтому с кольцевой ДНК связывается меньше красителя. В результате линейная и кольцевая ДНК обретают разную плотность и могут быть разделены на центрифуге.



Пример одного из катенанов: ДНК митохондрии построила себе копию (реплицировалась), и эти кольца оказались продетыми друг в друга, словно звенья простой цепочки. Справа — места сцепления колец крупным планом.





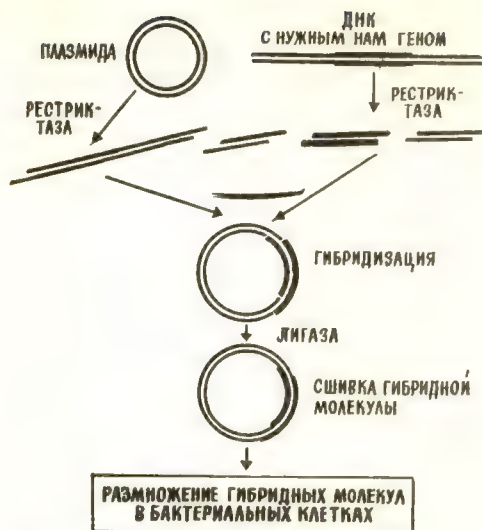


Схема получения гибридной (рекомбинантной) молекулы. В стадии гибридизации возникшая гибридная молекула держится только на водородных связях. В процессе же сшивки ген пришивается прочно — ковалентно. Кольцевая ДНК плазмиды теперь включает новый для нее ген, который можно размножить в клетках бактерии-хозяина.

пришитых к ДНК последовательностей ААА... и ТТТ...

Но уже тогда стало ясно, что проще работать с фрагментами ДНК, полученными с помощью рестриктаз. Если мы переведем кольцевую ДНК фага или плазмиды в линейную, обработав ее рестриктазой, дающей липкие концы, и смешаем с кусочками ДНК из другого источника, полученных с помощью той же рестриктазы, то с довольно большой степенью вероятности возникнут гибридные молекулы. Восстановив кольцевую структуру плазмидной ДНК, мы можем заразить ею соответствующий штамм бактерии, а затем размножить его. Так можно получить миллиарды копий одного гена. Это очень важно: ведь, например, чтобы расшифровать нуклеотидную последовательность какого-либо гена, нужно иметь его в достаточных количествах — хотя бы миллионную долю грамма.

Это еще не все: вставив в плазмиду чужой ген, мы сможем заставить бактерию синтезировать чужой для нее, но нужный нам белок. Если же плаزمида присоединится к хромосоме бактерии, превратится в эпизому, активность этого гена резко возрастет, возрастет и количество производимого белка.

Плазмиды и фаги, способные служить переносчиками генов, называли «векторами». Из того же фага  $\lambda$  в Висконсинском университете создано 12 «векторов», получивших название «харонов», по имени мифического перевозчика душ мертвых через реку Ахерон.

Однако служба фага в должности «вектора» наталкивается на одно затруднение. Молекулярный вес плазмид колеблется в довольно значительных пределах. Иное дело с фагом: он может перенести кусочек ДНК, не превышающий 10 процентов своего генома, а это около 3 млн. дальтон. Значит, слишком длинная рекомбинантная ДНК может не уместиться в белковой капсуле фага. Так, размеры магнитной ленты накладывают ограничения на длину ее магнитной ленты. (Кстати, «хароны» и были выведены из «дикого» фага следующим путем: из ДНК фага  $\lambda$  убрали все несущественные для размножения вирусных частиц последовательности, в результате емкость фаговой частицы возросла по меньшей мере втрое.)

Любопытно, что самый современный, самый революционный метод изменения наследственности не может обойтись без самого старого — селекции, искусственного отбора по Дарвину. Того самого приема, который впервые применил первобытный человек, оставив на племя наилучших потомков только что прирученных домашних животных. Мы уже не ждем, когда благоприятные изменения наследственного материала возникнут случайно, а сами создаем их. Но выделить их из массы «сырого материала» нам позволяют методы, апробированные тысячелетиями. А вернее — миллиардами лет, ведь искусственный отбор отличается от естественного только тем, что при нем требования внешней среды заменяются требованиями человека.

Постепенно усилиями многих исследователей выкристаллизовался общий метод выделения и размножения индивидуальных генов, получивший образное название «метод дробовика». Вот его схема. Чтобы выделить нужный ген, ДНК обрабатывают рестриктазами, разрезающими ее на длинные фрагменты. Иногда ДНК ломают гидродинамическими воздействиями, например, ультразвуком, но тогда фрагменты получаются с тупыми, а не с липкими концами. Поэтому в дальнейшем с ними пришивают липкие концы или же используют лигазу, сшивающую тупые концы ДНК. А уже затем смесь фрагментов смешивают в определенных условиях с соответствующими «векторами», которые доставят нужные исследователю гены в бактерии. Теперь остается размножить полученные гибридные молекулы в бактериях.

Метод дробовика пока самый распространенный. С его помощью можно создавать коллекции, банки генов каких-либо организмов. Возьмем, например, ту же кошачью палочку. Если ДНК ее расщепить на фрагменты с молекулярным весом 8,5 миллиона, вставить их в плазмиды и размножить (проклонировать), с вероятностью в 99 процентов можно утверждать, что в коллекции всего из 1400 клонов содержится любой ген этой бактерии. Естественно, чем крупнее геном, тем более обширной должна быть коллекция. Для

дрожжевого грибка она должна состоять уже из 4600 гибридных плазмид, а для дрозофилы — из 46 000! А ведь геном человека еще больше.

Тем не менее в целом ряде лабораторий, не смущаясь объемом предстоящей работы, принялись за создание банков генов. Существуют и банки человеческих генов. (Обычно их создают на основе разводимых в культуре клеток HeLa. Это опухолевые клетки умершей много лет назад негритянки Элен Лэйк (Helene Lake), их разводят в культуре во многих лабораториях во всем мире.)

Банки генов, несомненно, очень важны. Однако создание лишь банка генов человека мне кажется недостаточным. Вид *Homo sapiens* — человек разумный — один из самых полиморфных, многообразных на нашей планете, и геном одного лишь человека не отражает богатства нашего генофонда. Поэтому, помимо банка генов, нужны еще и банки геномов — коллекций ДНК представителей разных популяций, слагающих человечество. Такая коллекция уже создается в нашей лаборатории (правда, пока еще, как говорится, на общественных началах, в порядке личной инициативы). Ведь форм генов одного лишь гемоглобина в человеческих популяциях насчитывается около сотни, а таких полиморфных генов у человека более 30 процентов.

Имея такую коллекцию, мы могли бы выделять гомологичные гены разных популяций и выбирать из них наилучший — например, синтезирующий наиболее активный фермент для лечения генетической, наследственной болезни.

Для практических целей, как правило, нужен не сам ген, а кодируемый им ген-продукт — фермент, гормон или структурный белок. Рекомбинантные молекулы, поселенные в бактериях-хозяевах, должны быть генетически активными. Иначе говоря, на ДНК, вставленной в плазмиду, должна синтезироваться матричная РНК, а уже на матрице — полноценный белок.

И тут сразу возникло непредвиденное осложнение, которое в конце концов привело к важному открытию. Оказалось, что бактериальные гены в чужих плаزمиде и несвойственных этим плазмидам бактериях работают совершенно нормально; бактерия-хозяин продуцирует вполне нормальный белок, закодированный внедренным в нее геном. Иное дело — гены, выделенные из ДНК организмов, клетки которых имеют оформленное ядро — так называемых эукариотных организмов — грибов, растений и животных. В плазмиды они вставляются хорошо и размножаются в их составе в неограниченном количестве. Матричная РНК на них образуется, так что процесс транскрипции идет нормально. Осложнение возникло с процессом трансляции — синтезом белковых молекул на матричной РНК. Эукариотный белок в бактериальных клетках не синтезировался.

Так была открыта сложная структура гена эукариот. Оказалось, что у высших, ядерных организмов ген состоит не только из участков, в которых записано строение белка (эти участки называются экзонами), но и таких участков, которые этот белок не кодируют — интронов. Протяженность интронов, как будто ненужных для синтеза белка, порой значительно превышает протяженность экзонов!

Как в клетках эукариот идет синтез белка? С гена снимается его точная копия, но затем ферменты-эндонуклеазы вырезают из нее интроны, а экзоны — смысловые участки гена — сшиваются в одно целое лигазами. Так возникает матричная РНК эукариот. У бактерий этот процесс отсутствует. Ясно, что если белок даже будет синтезироваться, то свойства его окажутся полностью измененными — ведь система бактериальной клетки, синтезирующая белок, не отличает интроны от экзонов.

Сначала сложная структура эукариотного гена казалась каким-то исключением. Но когда «молчащие» куски гена — интроны были обнаружены в тех или иных генах кролика, курицы, дрожжей, лягушки и дрозофилы, стало ясно: интроны — правило, а не исключение. Ничего подобного нет у микроорганизмов. Приведу еще один любопытный факт. Считается, что митохондрии — «энергетические станции» эукариотных клеток — происходят от каких-то бактерий, которые когда-то внедрились в клетку. В таком случае гены их должны были иметь простую, лишенную интронов структуру. Однако оказалось, что по крайней мере один ген — ген цитохрома *b* митохондрий дрожжей содержит два интрона. Не являются ли простые гены бактерий вторичным упрощением? А может быть, какие-либо микроорганизмы из числа еще не изученных в этом отношении имеют гены с интронами?

Интроны дрожжевых митохондрий преподнесли еще один сюрприз. Оказалось, что, если в «молчащей» области гена произошла мутация, белок перестает синтезироваться или же синтезируется с измененными свойствами. Так, стало ясно, что интроны нужны для белкового синтеза, хотя и не содержат записи аминокислотных последовательностей. Называть их «молчащими» неверно.

Интроны стали модным объектом изучения для теоретиков и камнем преткновения для генных инженеров. Выходит, мало вставить ген эукариотного организма в плазмиду и размножить ее в культуре микроорганизмов. Как сделать этот ген активным, заставить его работать, а не просто размножаться?

Вы уже, наверное, усвоили, что на помощь в таких случаях приходят какие-либо ферменты. Уже говорилось о рестриктазах и лигазах. И на сей раз героем повествования оказался фермент, известный под названием «обратная транскриптаза», или «ревертаза».

Вспомним так называемую центральную догму молекулярной биологии: ДНК →



РНК→белок. Эта краткая формула означает, что генетическая информация в организме передается только в этом направлении. На ДНК, как на матрице, синтезируется РНК, и лишь на РНК — белок. У некоторых вирусов выпадает первое звено, материалом наследственности для них служит РНК.

Хотя советский генетик С. М. Гершензон еще в 1960 году говорил о возможности обратной транскрипции, то есть синтезе ДНК на матрице РНК, ответственный за этот процесс фермент — обратная транскриптаза, или ревертаза, был выделен только 10 лет спустя. Он содержится в вирусных частицах целого ряда вирусов, которые могут быть как РНК, так и ДНК-содержащими. В форме ДНК генетический материал такого вируса может переходить в геном клетки, в которую проник вирус, и тогда клетка-хозяин перерождается в злокачественную. Это онкогенные вирусы. Поэтому понятен огромный интерес, который вызвала у исследователей ревертаза. (Любопытно, что ревертазная активность обнаружена и в клетках высших организмов, как будто бы не зараженных эндогенными вирусами. Что ревертаза там делает — пока неясно.)

Получить ревертазу в достаточных количествах трудно. Недаром у нас эту тему разрабатывал проект «Ревертаза», объединивший усилия исследователей доброго десятка институтов СССР, ГДР и ЧССР. Ведь в каждой вирусной частице не больше 10 молекул этого фермента (около 1 процента от всего вирусного белка). И тем не менее игра, как говорится, стоит свеч и не только из-за того, что, исследуя ревертазу, можно разгадать многие загадки рака. Значение ревертазы для генной инженерии огромно, ибо, используя ее, можно обойти затруднение с интронами.

Как это сделать? Рассмотрим строение матричной РНК, вышедшей из ядра в цитоплазму. Интроны из нее удалены, оставшиеся экзоны сшиты лигазой. С того конца, с которого начинается синтез белка (5' — читается «пяť-штрих-конец»), расположена не кодирующая синтез белка зона, начинающаяся с «шапочки», в которой следует три фосфатных остатка подряд — все это как заглавная буква или красная строка белкового синтеза. Без «шапочки» мРНК теряет генетическую активность, — рибосомы, где на ней должен синтезироваться белок, ее не узнают. Затем следует 30—50, а то и больше нуклеотидных звеньев, часто скрученных в так называемые «шпильки». Белка они также не кодируют, но принимают участие в регуляции его синтеза. Участок же, на котором записана программа синтеза белка, сплошной, он не содержит несчитываемых последовательностей. Но на конце молекулы снова располагается «молчащая» зона. На 3' — конце часто встречаются монотонные последовательности — УУУ...У (обычно 30—40 звеньев) и ААА...А (свыше двухсот).

Нетрудно сообразить, что если обратной транскриптазой получить на основе мат-

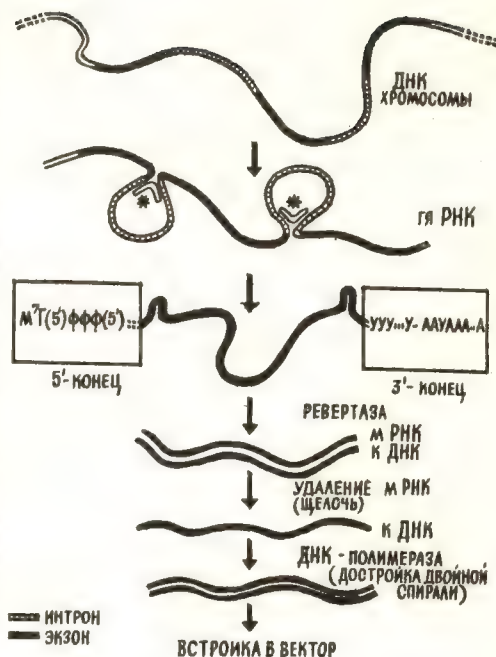
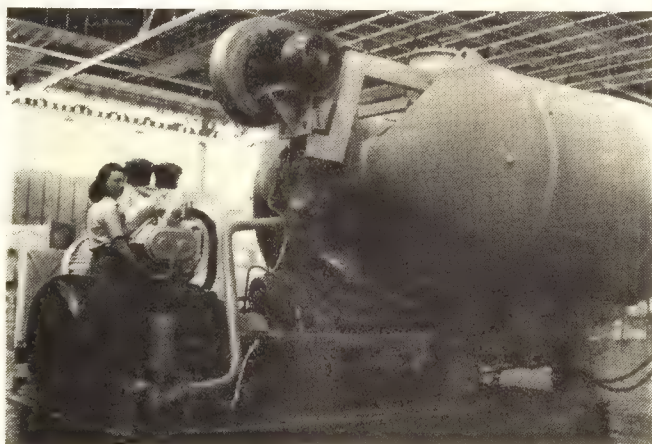


Схема синтеза мРНК и получения из нее гена, аналогичного простому гену микроорганизмов. В ядре синтезируется на хромосомной ДНК гетерогенная ядерная РНК (гЯРНК), содержащая участки, кодирующие белок (экзоны) и не кодирующие его (интроны). Интронные области образуют петли, структура которых поддерживается низкомолекулярной ядерной РНК (обозначена звездочкой). Еще в ядре петли вырезаются и разрывы на их местах сшиваются лигазами. Зрелая мРНК, выходящая в цитоплазму, имеет на 5'-конце «шапочку» (сар), состоящую вначале из метилгуанозина и трех фосфатных остатков подряд (далее «фасон шапочки» может различаться у разных мРНК). Это заглавная буква, или, если хотите, красная строка белкового синтеза. На 3'-конце располагаются монотонные последовательности УУУ и ААА. Смысловая часть обычно ограничена двумя шпильчатыми структурами и не разделена интронами. Используя ревертазу, на матрице мРНК можно синтезировать комплементарную ей ДНК (кДНК), кДНК отделяется от мРНК подщелачиванием раствора. Она однострочная: чтобы получить двойную спираль, вставляемую в «вектор», используют другой фермент (ДНК-полимеразу), или же вторая цепь достраивается, уже будучи включенной в «вектор» ферментами — репаразами хозяина.

ричной РНК ДНК-копию, она будет походить на бактериальный ген, не имеющий интронов. А значит, этот ген будет «узнан» бактериальной клеткой, на нем в этой клетке будет синтезирована мРНК, а затем и нужный нам белок.

Первым сразу в нескольких лабораториях был синтезирован с помощью ревертазы ген глобина — белковой части гемоглобина. И затем другие гены были синтезированы подобным образом. Оказалось, что, например, ген инсулина крысы и мозгового гормона человека — соматостатина, — полученные таким способом, активно работают в кишечной палочке.

# З АМЕТКИ О С ОВЕТСКОЙ Н АУКЕ И Т ЕХНИКЕ



## И ОХЛАЖДАЕТ И СОГРЕВАЕТ

Если быстро заморозить в глубоком холоде на месте сбора урожая косточковые плоды, овощи, ягоды и даже зеленые кормовые травы, их можно сохранять очень долго и транспортировать на большие расстояния без опасения, что продукт потеряет свои питательные качества.

Возможности для такой заморозки сейчас есть: существуют быстродействующие холодильные установки. Но пользуются ими не очень широко: сказывается сложность в обслуживании. Этого минуса практически лишена турбохолодильная машина, созданная конструкторами московского СКБ ТХМ. Машина охлаждает атмосферный воздух до минус ста тридцати градусов по Цельсию и в отличие от других холодильных установок использует в качестве хладагента и хладоносителя атмосферный воздух. Поэтому она проста в обслуживании и безопасна. На режим выходит быстро

и не требует осушки воздуха.

Следующая отличительная особенность машины в том, что выходящий в конце цикла горячий воздух никаких примесей не содержит и его можно использовать для хозяйственных нужд.

Турбохолодильная машина МТХМ отлично себя зарекомендовала в самых различных областях промышленного производства, а сельское хозяйство — лишь одна из сфер эффективного применения машины.

Выпускает турбохолодильную машину Казанский компрессорный завод.

## КОНТЕЙНЕРЫ В АЭРОБУСЕ

Еще не стерлось в памяти торжественное чествование миллионного пассажира в Аэрофлоте, как уже сообщается, что за минувшую пятилетку самолеты Аэрофлота перевезли пятьсот миллионов пассажиров, а в XI пятилетке планируется увеличить пассажиропоток

на воздушном транспорте примерно в 1,3 раза.

Бурный рост объема авиаперевозок потребовал создания воздушных судов особого типа: отличающихся большой вместимостью и обеспечивающих принципиально новые формы сервиса для пассажиров.

Одно из таких судов — аэробус Ил-86 уже летает на магистральных трассах Аэрофлота, совершает, в частности, рейсы из Москвы в Минводы и Ташкент.

Ил-86 обладает исключительно высокими эксплуатационными качествами: вместимость — 350 пассажиров, крейсерская скорость — 515 узлов, все основные системы жизнеобеспечения многократно дублированы и резервированы, а комплекс пилотажно-навигационного оборудования позволяет осуществлять полет экипажу из трех человек и обеспечивать автоматическое управление заходом на посадку, когда нижняя кромка облаков находится в тридцати метрах от земли.

У Ил-86 свои встроены трапы, и пассажирам не приходится томиться в ожидании аэродромных трапов.

Но что особенно важно для пассажирских перевозок — контейнерная система для багажа и грузов. Сдаваемые пассажирами грузы и багаж во время регистрации на рейс укладываются в специальный крупногабаритный контейнер, который устанавливается в соответствующий отсек на первом этаже аэробуса. Как только Ил-86 прибывает в аэропорт назначения, контейнер выкатывается и доставляется на место выдачи багажа. Такая система исключает травмирование, потерю или засыл багажа, не отнимает у пассажира времени на ожидание своего саквояжа, как это бывает при «почемоданной разгрузке» багажных отсеков самолета.

Именно аэробусы с контейнерной системой позволяют справиться с неуклонно растущим потоком пассажиров, упростить багажную процедуру и повысить реальную скорость воздушного путешествия.



на быть меньше, чем на континентах, так как известно, что в океанической коре концентрация основных теплогенерирующих изотопов (урана, тория, калия) меньше, чем в континентальной, да и сама кора тоньше. Однако измерения показывают, что в среднем тепловые потоки на континентах и океанах одинаковы.

Это навело на мысль, что в океанических районах большая часть тепла поступает из-под коры — из мантии. Исследования действительно показали, что в тепловом потоке континентов в среднем около 60 процентов — это тепло, поступающее из мантии, в то время как на океанах есть области, где доля мантийного тепла доходит до 90 процентов.

Означает ли это, что под океанами мантия горячее или имеет другой химический состав, чем под континентами? Нет, это не так. Из сейсмологии известно, что ниже границы Мохоровичича (сейсмической границы между корой и мантией Земли) сейсмические волны распространяются примерно с одной и той же скоростью, как под континентами, так и под океанами. Значит, начиная с некоторых глубин мантия однородна по своему составу. Противоречие устраняется, если предположить, что в мантии, кроме теплопроводности, есть иные, более эффективные способы переноса тепла.

Таким эффективным способом переноса тепла к поверхности может быть конвекция, то есть перенос тепла в недрах Земли движущимися потоками вещества. Вопрос о том, существует ли движение вещества внутри Земли и каковы закономерности и природа этого движения — один из сложнейших в геофизике.

Процесс конвекции в нагреваемой жидкости представить себе нетрудно. При достаточно большом подогреве снизу тепло уже не успевает передаваться теплопроводностью, разогретая жидкость близ дна расширяется, становится легче и поднимается к поверхности, а более холодные верхние слои опускаются вниз. При таком перемещении жидкость нагревается и отдает тепло в атмосферу. В жидкостях с низкой вязкостью конвекция идет легко, в жидкостях липких и густых — несколько затруднена, поэтому они нагреваются и остывают гораздо медленнее.

Мантия земли — это твердое тело. Может ли в ней происходить процесс конвекции, может ли твердое тело течь? Может. Только у большинства твердых материалов скорость течения чрезвычайно мала. Текут ледники. И вся наша Земля — текучее тело. Доказательством этого служит ее эллипсоидальная форма: под действием центробежной силы вращения диаметр Земли по экватору увеличился. О текучести земной коры говорит, например, поднятие Скандинавского полуострова в последлениковский период. Как только толстый слой материкового льда растаял, Скандинавский полуостров, освободившись от тяжести, стал подниматься.

И все же современная наука еще не знает, действительно ли текучесть вещества Земли подобна текучести обыкновенных



Сначала в трех-четырёхметровой толще льда проделывают лунку, над ней ставят палатку, а уж потом начинают исследовательские работы.

Сотрудники ордена Ленина Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта спускают под лёд геотермический зонд.



За два-три летних месяца на садовом или приусадебном участке можно вырастить до полусотни цыплят. Лучше по времени разделить их на две партии.

Чтобы опыт был удачным, важно хорошо подготовиться к нему. В клетках молодняк содержится 3—4 недели. Стенки лучше сделать из досок. Выдвижное дно удобно для удаления помета. Пол клетки — деревянная рама с металлической сеткой с размером ячейки от 6×6 до 10×10 мм. Толщина проволоки — 1,5—2 мм. Дверцы сделайте из фанеры или из такой же сетки.

Цыплята вырастают без насадки, и потому им необходимо утепленное помещение. В особый ящик, устроенный в углу клетки, устанавливается рефлектор с двумя лампами по 40—60 ватт, включенными последовательно друг с другом. Нужно учитывать, что цыплята не переносят яркого света, им нужно лишь тепло. Стенки ящика обейте каким-либо плотным материалом. Температура внутри такой «электрической насадки» должна быть в пределах 25—30°.

Для того, чтобы цыплята легко попадали в ящик и в то же время чтобы не улетучивалось тепло, на дверь

навешивают плотную материю, разрезанную снизу.

Если ваши питомцы бодрые, подвижные и в дневное время не очень часто прячутся в «грелку», тепловой режим выбран правильно. При низкой температуре молодняк сбивается в кучу, неподвижен — нужно поставить более мощные лампы, улучшить теплоизоляцию. Если цыплята тяжело дышат, становятся вялыми, чаще пьют, надо снизить температуру, увеличить приток свежего воздуха.

Через три-четыре недели подросших цыплят переведите в другую — более просторную и с более крупной ячейкой (12×12—15×15 мм) сетки пола. Во второй клетке утепленный ящик также понадобится, но не более чем на 7—10 дней. Лампу следует включать лишь при ненастной погоде и холодном ветре, смотря по поведению цыплят. Через 40—45 дней их выпускают в вольеры.

На садовом участке клетки лучше ставить у стенки подсобного помещения в

два этажа на высоте 50—60 сантиметров от земли. Можно построить клетки в сарай, прорезав для этого одну из стенок, выходящую на восточную или западную стороны.

Клетки на случай плохой погоды утеплите с боковых сторон, предусмотрите и навес, чтобы прямые солнечные лучи или дождь не попадали на птиц. На ночь помещение лучше закрывать ставнями или завешивать материей.

Кормушку устройте отдельно, но так, чтобы она свободно сообщалась с клеткой. В кормушке устанавливаются корытца для корма и поилки. Поилка должна стоять и в основной клетке.

В течение первых дней за цыплятами необходим особый надзор. Если некоторые из них не прикасаются к корму, их нужно подкормить из пипетки 1—2 раза в день смесью крутого куриного желтка и молока.

Первые 2—3 дня молодняк кормят измельченным крутым яйцом, творогом,

(как говорят, ньютоновских) жидкостей. Конвекция в мантии Земли, если она там есть, протекает в совершенно особых условиях (особые значения температуры, вязкости, давления и прочих параметров).

Построить модель конвекции в мантии даже при современной мощной вычислительной технике весьма сложно. Математические уравнения должны отразить процесс конвекции в условиях вращающегося деформируемого сферического слоя, который нагревается не только снаружи, но и изнутри. Приходится учитывать и то, что в мантии при господствующих там высоких температурах могут происходить переходы вещества из одного состояния в другое, а также различные химические изменения.

Так что модели конвекции, удовлетворяющей ученых, пока нет, и характер движения вещества в недрах Земли остается важнейшей проблемой геофизики. Однако из современных исследований ясно, что движение вещества происходит. И вероят-

нее всего именно этим объясняется то, что излучение тепла через такие различные поверхностные структуры Земли, как континенты и океаны, одинаково.

Что можно сказать о тепловой истории нашей планеты: как Земля излучала тепло в прошлом, уменьшится или увеличится это излучение в будущем?

По теории, разработанной О. Ю. Шмидтом, наша планета возникла при аккумуляции протопланетных тел и космической пыли под действием гравитационных сил.

Сжатие в собственном поле силы тяжести и удары падающих тел дали первоначальный разогрев.

Дальнейшая тепловая эволюция Земли связана с радиогенным теплом, то есть теплом, которое выделяется при распаде радиоактивных элементов, содержащихся в Земле.



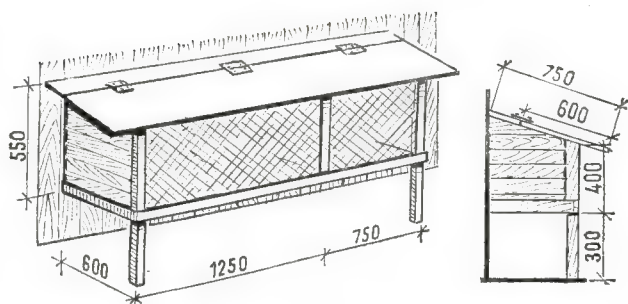
полувареным пшеном, овсянкой. В дальнейшем используйте отходы стола, вареный картофель, комбикорма, насекомых, дождевых червей и другую мелкую живность. Не забывайте постоянно давать измельченную зелень клевера, крапивы, люцерны, добавляя туда раствор дрожжей (около 2% от общей массы).

Очень важно, чтобы излишки корма не закисло, а новые порции были всегда свежими. Сухая кормовая смесь и зелень должны постоянно находиться в кормушках. Вода в поилках должна быть всегда чистой. Лучшая поилка для птицы — длинное узкое корытце из керамики, но вполне годится и блюдо.

Цыплятам десятидневного возраста нужно два раза в неделю (на полчаса) наливать в поилки бледно-розовый раствор марганцовки. Это предупредит кишечнo-желудочные заболевания.

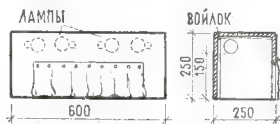
Результаты выращивания цыплят во многом зависят от породы кур. При правильном содержании цыплята к двухмесячному возрасту должны весить около килограмма.

Приобрести молодняк мясных пород можно в птицеводческих хозяйствах, инкубаторско-птицеводческих станциях, специализированных магазинах.



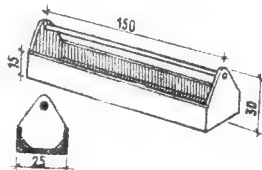
Клетка. Стенки делаются из досок толщиной 20—30 мм. Пол сетчатый из проволоки 1—2 мм. Под полом каждой клетки находится противень из оцинкованного кровельного железа. У задней стенки клетки помещения, где находят-

ся обогреватели, температура должна держаться в пределах 26—29°C для цыплят 10-дневных, для 20-дневных 20—26°C. Клетка используется только летом. В холодное время года ее переносят в помещение.



Грелка изготавливается из 15-мм досечек, изнутри обивается войлоком или ватными матрасиками. Цыплята проходят в грелку через прямоугольное отверстие, прикрытое матерчатой занавеской, разрезанной на ленты в нижней части. В обогревателе используются лампы любого типа, но лучше с матовым стеклом. Соединять их нужно по две—четыре последовательно друг с другом в зависимости от мощности и нужной температуры.

Для поилки используется глиняное блюдо. В него помещается гладкий камень, размеры которого не позволяют цыплятам попадать в воду. Вода в поилке меняется два раза в день.



Кормушка. Основание делается из досечек, а бортики из фанеры. Чтобы цыплята не пачкали корм, над кормушкой укрепляется брусок-вертушка. Он же не позволит молодняку забраться внутрь кормушки.

Под действием постепенного нагревания шло перераспределение земных масс. Земля приобрела слоистую структуру, образовалось ядро планеты.

Расчеты показывают, что процесс формирования нашей планеты шел в условиях значительной температуры. Предполагается, что уже вскоре после образования Земли температура ее недр была около 700—2000°C.

Радиоактивные изотопы со временем распадаются, их количество уменьшается, поэтому в прошлом радиоактивного тепла выделялось больше. Однако процессы, сопровождающиеся большим выделением тепла, разогревающего планету, происходят в Земле и сейчас. Ученые считают, что в недрах Земли на границе ее расплавленного ядра и в настоящее время еще продолжают процессы расслоения вещества, сопровождающиеся выделением значительной энергии. Энергия эта разогревает мантию. Однако из-за низкой теплопроводности вещества

и большой тепловой инерции планеты перенос тепла из недр Земли идет так медленно, что тепло, выделившееся на глубине нескольких сотен километров в период формирования Земли, только сейчас доходит до поверхности.

Тепловая энергия — наиболее мощный источник внутренней энергии Земли, определяющий ход эволюции нашей планеты.

Изучение теплового состояния Земли имеет огромное теоретическое и практическое значение для развития наук о Земле. Геотермические исследования уже сейчас помогают в разведке нефти и других полезных ископаемых, а в самом недалеком будущем, вероятно, откроют пути к использованию внутреннего тепла Земли для нужд промышленности, для бытовых целей. Геотермика — наука молодая, ей еще многое предстоит сделать.

# ПРОДОЛЖЕНИЕ С

## КРУПНЫЕ УСПЕХИ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ, ДОКАДАЛИ НАЧАЛО НОВЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ФУНДАМ

Кандидат физико-математических наук **М. ШИФМАН**, научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ).

**З**а последние десять лет теоретическая физика радикально изменилась. Произошла «тихая революция» — старые модели сдали свои позиции, их место заняла молодая, энергично растущая теория. Сегодня она реально претендует на единое описание всех известных нам фундаментальных объектов и сил, действующих в природе. Вряд ли стоит пояснять, почему вопрос о строении вещества на протяжении всей истории цивилизации привлекал внимание человека. Наши нынешние представления о структуре вещества — это огромная и величественная картина, созданная трудом многих поколений. Каждый мазок здесь перекрыт десятками других, древнейшие слои уже неразличимы, однако без них, видимо, не были бы возможны все последующие.

Наука, изучающая мельчайшие детали этой картины — кварки, глюоны и десяток других экзотических частиц, о существовании которых сегодня знает лишь горстка специалистов, называется физикой высоких энергий. В эту область были вложены значительные усилия, принесшие в последние годы блестящие плоды. Вот неполный перечень важнейших открытий, которые могут привести к столь же серьезным последствиям, как, скажем, открытие радиоактивности:

— объединение электромагнитных и слабых взаимодействий, доказательство их единой природы;

— новые кварки и лептоны;

— масса покоя нейтрино;

— возможность распада протонов.

Любое из них, как знать, может в будущем дать начало целому направлению практической деятельности, сильнее всего образом повлиять на прогресс человечества.

К сожалению, рассказать в одной популярной статье обо всех этих открытиях — задача нереальная, и в нашем рассказе внимание сконцентрировано лишь на нескольких эпизодах, определивших направления дальнейших теоретических и экспериментальных исследований. Чтобы рассказ этот был по возможности понятным неподготовленному читателю, пришлось ввести многочисленные пояснения и отступления, многие

из которых, в свою очередь, потребовали пояснений и отступлений. Процесс этот, естественно, не мог продолжаться до бесконечности, и вполне вероятно, что в нашем повествовании могут чувствоваться некоторые пробелы. Подчас просто невозможно объяснить неспециалисту, в чем сложность той или иной физической проблемы, в чем новаторство ее решения. В этом отношении наука, один из важнейших элементов человеческой культуры, заметно отличается от искусства. Произведение писателя или художника доступно в принципе широкой аудитории, в то время как высшие достижения физика-теоретика способны по достоинству оценить лишь две-три сотни профессионалов. Если, однако, читателю этих заметок удастся ошутить состояние возбуждения, характерное для физического сообщества в последние годы, войти в атмосферу поисков, разочарований и находок, привыкнуть к некоторым словам из нынешнего лексикона физиков, если автор хотя бы отчасти добьется этого, он будет считать свою задачу выполненной.

### ПЕРСОНАЖИ

К фундаментальным объектам, кирпичикам, из которых построено вещество, ранее относили протоны, нейтроны, пионы (пимезоны) и им подобные частицы, называвшиеся элементарными. Такое название — элементарные частицы — еще можно встретить в школьном учебнике или популярной книжке десятилетней давности. В научной литературе этот термин уже практически вышел из употребления, поскольку стало ясно, что и протон, и нейтрон, и почти все остальные частицы имеют сложную внутреннюю структуру — природа соорудила их из кварков и глюонов. Хорошо известно, что вещество построено из атомов, атомы построены из ядер и электронов, ядра построены из протонов и нейтронов. История повторяется: протоны и нейтроны, оказывается, тоже составные. Будет ли конец у этой матрешки?

Конечно, новый, кварк-глюонный уровень строения вещества не является простой копией предыдущих хотя бы потому, что эти объекты обладают некоторыми особыми, ранее не встречавшимися свойствами. Скажем, можно без особого труда расщепить атом на



# Л Е Д У Е Т

## ЗАВШИЕ РЕАЛЬНОСТЬ КВАРКОВ, ЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ядро и электроны и развести эти детали в разные стороны. Кварки же, хотя и движутся внутри протона почти свободно, по-видимому, принципиально неотделимы друг от друга. Точнее, чтобы выделить отдельный кварк в чистом виде, без облака партнеров-антикварков, требуется бесконечно большая энергия. Динамика взаимодействия между кварками и глюонами внутри частиц сейчас интенсивно изучается, но многие важные вопросы еще остаются без ответа. Вместе с тем передний край исследований, по-видимому, уже продвинулся дальше: на очереди вопросы о том, где находится следующий «уровень фундаментальности» и как устроены субкварки — объекты, из которых, как предполагается, могут состоять кварки.

В процессе изучения состава, так сказать, бывших элементарных частиц пришло новое, значительно более глубокое понимание природы взаимодействий, управляющих движением и превращением частиц. В физике высоких энергий три типа взаимодействий — сильное, электромагнитное и слабое — известны давно. В процессах, характеризующихся сравнительно низкой энергией, проявления этих взаимодействий настолько не похожи друг на друга, что их относили к разным дисциплинам, преподавали и изучали раздельно. Трудно было даже предположить, что они имеют единую природу. Но вот по мере того, как росло знание, возникло, а затем и утвердилось представление о том, что все фундаментальные взаимодействия имеют единую основу, все они связаны с так называемой локальной калибровочной симметрией. С ростом энергии взаимодействующих частиц различия между сильным, слабым и электромагнитным взаимодействиями становятся менее существенными, а затем, возможно, стираются вовсе. Уже блестяще подтвердилось на опыте теория электрослабого взаимодействия, слившая в одно целое два круга явлений, которые еще десять—пятнадцать лет назад представлялись очень далекими. Более того, интенсивно разрабатываются гипотезы, получившие наименование «великого синтеза», стремящиеся связать в рамках общей теории все фундаментальные силы.

Итак, на сегодняшний день кирпичиками вещества нам представляются кварки и лептоны (к последним относятся электрон, мюон, нейтрино и несколько других менее известных частиц). Кварки и лептоны обмениваются фотонами, и этот обмен приводит к возникновению обычных электромагнитных сил. Кварки могут обмениваться также

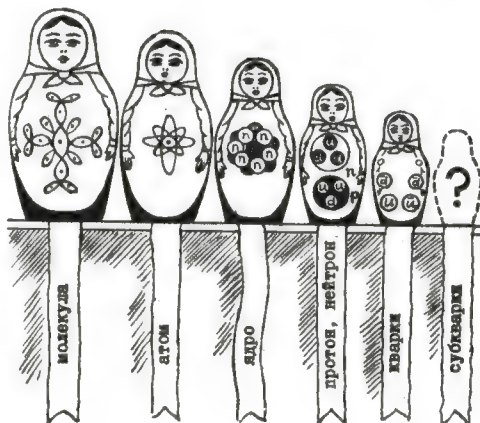
глюонами, в результате чего возникает сильное взаимодействие, связывающее кварки нервущимися нитями. Наконец, существует третий класс — частиц-переносчиков. Это так называемые промежуточные бозоны (они обозначаются буквами  $W$  и  $Z$ ), ответственные за слабое взаимодействие кварков и лептонов. Правда, эти частицы еще не открыты экспериментально, так как их предполагаемая масса велика и для «создания» промежуточных бозонов пока не хватает энергии ускорителей. Имеется, однако, много косвенных свидетельств, подтверждающих существование бозонов  $W$  и  $Z$ , и мало кто сомневается в том, что они будут обнаружены в ближайшем будущем.

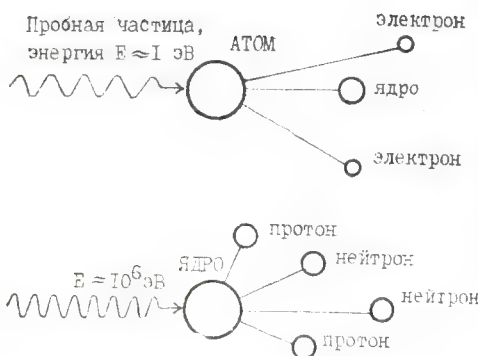
Два-три абзаца, приведенные выше, знакомят читателя с основной терминологией. Они не являются даже грубым наброском реальной картины, а служат скорее перечнем действующих лиц в той истории, о которой пойдет речь.

### НАЧАЛО

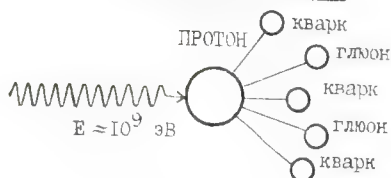
Физика высоких энергий, как и любая наука, развивается непрерывно. Ставятся эксперименты, идут будничные измерения, одна за другой выдвигаются и отвергаются гипотезы, строятся модели. Но, как правило, раньше или позже появляется работа, теоретическая или экспериментальная, которая венчает череду локальных наступлений и знаменует начало большого прорыва. Точно так же как ранней весной в любом деревце внутри голых веток происходит длительная подготовительная работа, незаметная для стороннего наблюдателя, а в один прекрасный день вы просыпаетесь и видите на ветках молодые зеленые листья. Таким днем для физики высоких энергий было 11 ноября 1974 года. Именно тогда на пресс-конференции, состоявшейся в Стэнфордском линейном ускорительном центре (США), было объявлено об открытии ча-

Проникновение в глубины строения вещества нередко сравнивают с раскрытием матрешки, не утверждая, однако, что процесс этот обязательно должен продолжаться после открытия кварков.

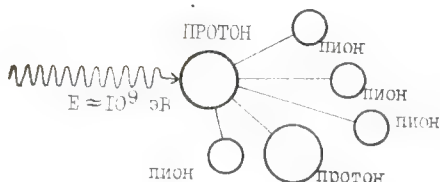




#### ОЖИДАВШИЙСЯ ПРОЦЕСС



#### РЕАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС



Для исследования структуры вещества его бомбардируют пучками частиц, например, фотонов с различной энергией. Чтобы разобрать атом, то есть отделить электроны от ядра, нужны фотоны с энергией несколько эВ (электрон-вольт). Подняв энергию в миллион раз, можно разрушить ядро и получить его составные части, протоны и нейтроны, которые часто называют общим именем — нуклон. Если энергию фотонного пучка увеличить еще в тысячу раз, станет заметной внутренняя структура нуклона. Опыт говорит, что он построен из точечных объектов — из кварков и глюонов, которые движутся почти как свободные внутри нуклона. Однако, несмотря на все ожидания, кварки не удалось извлечь из нуклона и зафиксировать в свободном состоянии даже при максимальных доступных энергиях. Существование глюонов также проявляется лишь косвенным образом. Чтобы объяснить этот феномен, была сформулирована гипотеза о постоянном пленении (или невылетании) кварков и глюонов. Согласно этой гипотезе, энергия, которую нужно затратить для растаскивания кварков, растет с расстоянием, и поэтому выделение чистого кварка требует бесконечно большой энергии. В реальных экспериментах, где энергия, конечно, ограничена, вместо вылета кварков происходит множественное рождение пионов. Гипотеза невылетания до сих пор не доказана теоретически, но весь имеющийся опыт говорит в ее пользу.

стицы, получившей двойное имя «джей-пси». J/ψ. В этот же день по телефонам и телеграммам новость передана во все крупнейшие физические центры мира, в том

числе и в Институт теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ) в Москве, в теоретическом отделе которого был объявлен трехмесячный аврал. С раннего утра и зачастую до полудня продолжались дискуссии, споры, обсуждения. Сзывались внеочередные семинары. Работа продолжалась до изнеможения. Такую же картину в те дни, видимо, можно было наблюдать и в других лабораториях. Примерно через десять дней после открытия «джей-пси» был обнаружен ее младший брат, которого назвали «пси-прим» —  $\psi^1$ .

О необычности ситуации можно судить по числу публикаций, вызванных к жизни непосредственно открытием новых частиц и появившихся в течение первого же месяца. Их было несколько сотен. Активность теоретиков достигла предела, а их состояние в те дни можно охарактеризовать словами: изумление, энтузиазм, готовность к новым сюрпризам.

#### ГЛАВНОЕ ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ЛИЦО

Почему же появление двух новых частиц вызвало столь большое возбуждение, когда к этому времени их было известно около двух сотен, причем семейство пополнялось чуть ли не ежемесячно? Что повергло в изумление опытейших специалистов? Все дело в удивительном сочетании свойств «джей-пси» и «пси-прим»: обладая массой в 3—4 раза больше протонной, они живут приблизительно в 2000 раз дольше, чем известные ранее частицы из той же «весовой категории». Для неспециалиста это несоответствие полезно, видимо, проиллюстрировать наглядной аналогией — представьте себе, что вы встретили человека, прожившего 140 тысяч лет, или слона на курьих ножках, у которого к тому же крылья, как у бабочки, а на лбу сумка, как у кенгуру.

К моменту открытия было известно, что все частицы делятся на лептоны и адроны. Лептоны участвуют в слабых и электромагнитных взаимодействиях, а в сильных не участвуют. Самый известный представитель лептонов — электрон. Другая частица, которую с некоторыми оговорками можно отнести к лептонам, — фотон.

Семейство адронов гораздо более многочисленно. Термин адрон, введенный в употребление Л. Б. Окунем, по-гречески означает «крепкий, сильный». Он подчеркивает то обстоятельство, что силы, действующие между адронами, — наиболее мощные из известных в природе.

По своим, так сказать, паспортным данным — по квантовым числам — «джей-пси» и «пси-прим» повторяют фотон, но в отличие от него имеют не нулевую, а весьма большую массу. Так, может быть, просто найден тяжелый фотон, или, точнее говоря, промежуточный бозон, предсказанный теорией? Это удобное предположение пришлось отвергнуть — масса новых частиц была примерно в 30 раз меньше ожидаемой массы промежуточных бозонов. Значит, адрон? И эта гипотеза оказалась несостоятельной. Адроны легко переходят друг в



друга, и тяжелый адрон, родившись, непременно распадается примерно за  $10^{-23}$  с на более легкие. А «джей-пси» и «пси-прим» живут больше, чем  $10^{-20}$  с.

Так что же это?

### ГРУППА ТИНГА. БРУКХЭВЕНСКИЙ СИНХРОТРОН

Прежде чем ответить на последний вопрос, несколько слов об истории открытия. Частица «джей-пси» была открыта независимо и практически одновременно двумя группами экспериментаторов. Одна из групп, руководимая С. Тингом, работала на старом протонном синхротроне в Брукхэвене, который в это время уже вряд ли мог рассматриваться как перспективный, в частности из-за его сравнительно низкой энергии. Мало кто мог ожидать от брукхэвенсакого ветерана, неплохо поработавшего в прошлом, новых фундаментальных открытий. Тинг, однако, думал иначе. Еще в 1966 году он составил и начал проводить в жизнь многолетнюю программу по исследованию так называемых лептонных пар в протон-протонных соударениях. Лептонные пары рождаются в результате распада мезонов с квантовыми числами фотона, причем три таких мезона были известны уже давно. Ничто не предвещало неожиданностей, со стороны опыт казался рядовым, хотя требовал сложной и чрезвычайно дорогостоящей аппаратуры. После долгой и упорной работы Тинг и его сотрудники соорудили и весной 1974 года запустили новую установку. Как это обычно бывает, не все шло гладко. Вот, например, эпизод, о котором сам Тинг рассказал в своей Нобелевской лекции: «Мы смонтировали установку и начали облучение интенсивным протонным пучком. Вскоре выяснилось, что уровень радиации в контрольной комнате составляет 0,2 рентген/час. При этом наши физики за 24 часа получили бы предельно допустимую годовую дозу радиации! На поиски причины столь высокого уровня радиации было затрачено около двух-трех недель, причем под вопросом была сама возможность проведения эксперимента».

Однажды У. Беккер, обходя установку со счетчиком Гейгера, вдруг обнаружил, что максимум радиации наблюдается вблизи одного определенного участка защиты. Исследовав этот вопрос подробнее, мы выяснили, что, несмотря на все наши 10 000 тонн бетонной защиты, один из основных участков — верх поглотителя пучка — был оставлен совершенно открытым! Исправив эту оплошность, мы снизили уровень радиации до безопасного и смогли продолжить эксперимент».

Примерно с августа Тинг и его сотрудники начали понимать, что происходит нечто необычное. В области масс 3,1 ГэВ (примерно 3,3 массы протона) спектрометр выдавал резкий пик.

Стандартный способ изучения частиц, которые нельзя наблюдать непосредственно (из-за малого времени жизни), состоит в следующем. Такие частицы исследуют по продуктам распада, регистрируя, напри-

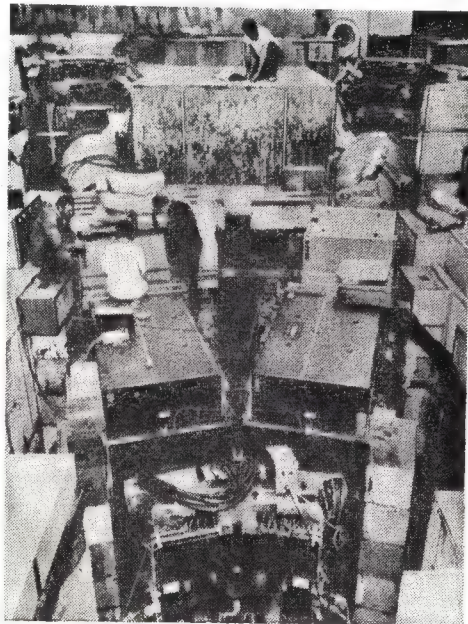
мер, выход этих продуктов в разной области энергий. Получается резонансная кривая, максимум которой соответствует массе изучаемой частицы, а ширина резонансного пика позволяет определить время ее жизни: чем уже пик, тем больше время жизни. Ширина резонансной кривой, полученной группой Тинга, была меньше, чем могли зарегистрировать приборы, то есть время жизни «джей-пси» тогда фактически измерить не удалось. Но было совершенно ясно, что она живет в сотни раз больше, чем известные адроны с подобной массой. Было ясно, что пойман зверь, которого никто раньше не видел. Но нельзя спешить. Надо все проверить и перепроверить много раз — когда установка столь сложна, никто не застрахован от ошибки.

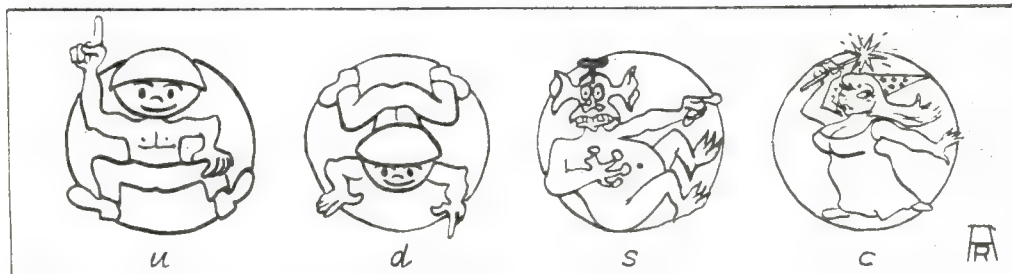
Около двух месяцев продолжались контрольные измерения, и были испробованы все известные методы проверок. Зверь не исчезал. К середине октября в запасе у экспериментаторов было 500 «чистых событий». Группа готовит результаты к печати, а частице присвоено наименование «джей». (Эта буква напоминает по начертанию китайский иероглиф, читающийся как «тинг»; родители Тинга — выходцы из Китая).

В середине октября предполагалось публично объявить об открытии «джей», однако в последний момент Тинг решил, что у нее могут быть близкие по массе сородичи и надо заняться их поисками. Группа приступает к перестройке экспериментальной установки и начинает еще один цикл измерений.

Работы ведутся быстрыми темпами. Однако, с одной стороны, опасаясь утечки информации, а с другой стороны, все более и более понимая всю важность открытия,

Установка, на которой работала группа Тинга в Брукхэвене.





Так известный физик-теоретик А. де Рухла проиллюстрировал наименования четырех кварков — *u* (верхний), *d* (нижний), *s* (странный), *c* (очарованный).

Тинг решается сделать его достоянием гласности. В понедельник утром, 11 ноября 1974 года, приехав на совещание в СЛАК (Стэнфордский линейный ускорительный центр), Тинг первым делом зашел в кабинет к Берту Рихтеру, своему давнему знакомцу и коллеге, и обратился к нему со словами: «Я хочу кое-что рассказать тебе об интересной физике». И услышал в ответ: «И я хочу кое-что рассказать тебе — об очень интересной физике».

#### ГРУППА РИХТЕРА, СЛАК

Рихтер и его сотрудники работали на одной из лучших машин, существовавших в то время. Даже сейчас, 6 лет спустя, когда выросло новое поколение ускорителей, по многим параметрам она не имеет конкурентов.

Если в брукхэвском синхротроне энергия аккумулируется в протонном пучке, которым затем бомбардируют неподвижную ядерную мишень, то в Стэнфорде используется столкновение встречных пучков электронов и их античастиц, позитронов, — метод, предложенный и активно развивавшийся академиком Г. И. Будкером. Каждый из пучков получает одинаковую порцию энергии, а потом их сталкивают лоб в лоб. Энергия, выделяемая в таком столкновении, значительно выше, чем в случае неподвижной мишени. Соударения осуществляют в так называемом накопительном кольце, в котором электроны и позитроны циркулируют почти со скоростью света в противоположных направлениях. Накопительное кольцо, на котором велись эксперименты, к тому времени еще не было до конца отлажено, и часто возникали технические трудности, которые приходилось преодолевать на ходу. А экспериментаторы спешили. Рихтер, который, кстати, принимал непосредственное участие в сооружении этого накопительного кольца, твердо верил, что именно электрон-позитронная система дает наилучшие возможности для поиска новых явлений, что время решительной атаки наступило.

В июне 1974 года группа провела серию измерений при различных энергиях сталкивающихся пучков. Но вскоре ускоритель был остановлен на три месяца для переоборудования и проведения инженерных

работ. Экспериментаторы, у которых наконец-то появилось свободное время, засели за анализ полученных данных. Один из них, по-видимому, наиболее дотошный, неожиданно обнаружил, что хотя в большинстве случаев кривые не содержат ничего интересного, однако при энергии 3,1 ГэВ имеется заметный выброс — аномально большое число событий. Как будто в этот момент кто-то забрался в установку и на минуточку испортил показания приборов. Были тщательно проверены все возможные источники ошибок, и все более и более крепло подозрение, что аномальные события отражают новое и необычное физическое явление.

Решающие события развернулись в субботу 9 ноября 1974 года. Днем началось систематическое сканирование подозрительного интервала энергий с шагом 0,0005 ГэВ, которое продолжалось всю ночь, а к 11 часам следующего дня успех стал очевидным даже для наиболее скептически настроенных сотрудников. В области энергий 3,1 ГэВ был обнаружен четкий пик, причем число событий в максимуме в 10 раз превышало фоновое. Новую частицу окрестили греческой буквой «пси», и одного из сотрудников сразу же отправили готовить материалы к публикации.

Уже через несколько часов физическое сообщество гудело, как растревоженный муравейник, слухи распространялись с поразительной быстротой. На следующий день, в понедельник, состоялась встреча Тинга и Рихтера, о которой читатель уже знает. На последовавшей вскоре пресс-конференции руководители двух групп сделали официальные заявления.

Так родилась частица со странным двойным именем «джей-пси», так началась, как сейчас любят говорить, новая физика.

#### ОТКЛИК

«Долгожданное открытие чего-нибудь, что могло бы указать правильный путь к пониманию природы элементарных частиц, породило поток теоретических работ, затопивший журналы следующего года», — так оценил Рихтер в своей Нобелевской лекции реакцию физиков. Чтобы правильно понять это высказывание, следует сделать шаг назад и бросить взгляд на тот исторический фон, на котором развивались события.

В области сильных взаимодействий было накоплено много данных о самых разнообразных адронах. Регулярно издаваемый



справочник элементарных частиц в 1974 году содержал подробные сведения о нескольких десятках адронов и менее подробные характеристики еще полутора сотен. Правда, в начале 60-х годов была найдена некая внутренняя симметрия, известная под названием восьмеричного пути, объединяющая многие адроны в родственные семейства, и так называемые мультиплеты. Позднее Гелл-Манн и Цвайг независимо указали, что объединение в мультиплеты становится понятным, если предположить, что все адроны представляют собой комбинацию трех фундаментальных блоков — кварков.

Экономность и привлекательность кварковой модели были очевидны, она успешно справилась с классификацией обширного адронного семейства. Однако, несмотря на все усилия, кварки никогда не были найдены в свободном состоянии, и в итоге многие скептики стали рассматривать всю концепцию скорее как мнемоническое правило, чем как отражение действительности. Основной вопрос — каковы «первые принципы», управляющие взаимодействием кварков, и как построить количественную схему, обладающую предсказательной силой, — этот вопрос, казалось, никогда не будет решен.

Отчаяние теоретиков отчетливо проявилось в так называемой гипотезе «ядерной демократии», распространенной в 60-х годах. Согласно этой гипотезе, следует отказаться от поиска «самых фундаментальных» объектов и простой теории, которая их описывает. Следует признать, что в мире частиц имеет место полное равноправие: каждый адрон является конгломератом, тесно сплетенным клубком из всех остальных адронов. И не существует какой-либо выделенной нити, потянув за которую удалось бы распутать этот клубок, нужно тянуть за все нити сразу. Имея в виду богатство адронного семейства, трудно представить даже в самых общих чертах то длиннейшее уравнение, описывающее поведение частиц, которое собирались написать сторонники гипотезы ядерной демократии.

В начале 70-х годов, в результате развития калибровочных теорий, подобная позиция, означавшая, по существу, капитуляцию перед хитроумием природы, была несколько ослаблена. В конце шестидесятых и начале семидесятых годов появилась кварк-глюонная модель, ставшая со временем общепризнанной теорией сильного взаимодействия, которая ныне называется квантовой хромодинамикой. В те годы, однако, квантовая хромодинамика рассматривалась как удел нескольких чудачков, уклоняющихся от магистрального направления науки.

Не менее запутанная ситуация сложилась и в области слабого взаимодействия. На протяжении многих лет не существовало ни одной теории, претендующей на объяснение известных данных. В конце шестидесятых годов наброски такой теории появились (и, как это ни странно, несколько лет оставались практически незамеченными), причем оказалось, что экспериментальные проявления слабого взаимодействия можно

описать, лишь объединив его с электромагнитным. Прошло несколько лет, теоретики осознали важность открытия, и «единые модели» посыпались как из рога изобилия — чуть ли не каждый теоретик предлагал свою схему. Схемы отличались в той части, которая касалась гипотетических частиц или явлений. Решающее слово должны были сказать экспериментаторы.

В подобной обстановке открытие «джей-пси» стало событием, с которого началась лавина, причем теоретическая активность развивалась по трем основным направлениям. Многие, не колеблясь, постановили, что новая частица есть адрон и что, выяснив, почему он живет так долго, можно найти ключ к проблеме сильных взаимодействий. Другие настаивали, что «джей-пси» — слабовзаимодействующая частица и именно этим объясняется ее долгожительство. (При этом, правда, возникал новый вопрос — как втиснуть «джей-пси» в реалистическую теорию электрослабых процессов.) Третья группа физиков заняла особую позицию, полагая, что необычные свойства «джей-пси» обусловлены взаимодействием, с которым раньше сталкиваться не приходилось.

Аналогичная дискуссия посетителей зоопарка, увидевших упомянутого выше слона с крыльями, проходила бы, видимо, так: — Это кенгуру, который путем упор-

Три «старых» кварка обозначаются символами  $u$ ,  $d$ ,  $s$ , которые происходят от слов *up*, *down*, *strange* — верхний, нижний, странный (в скобках указан электрический заряд; черта над обозначением говорит о том, что это античастица). «Новые» кварки обозначаются буквами  $c$  (очарованный) и  $b$  (прекрасный). Эти кварки входят лишь в состав новых адронов, открытие которых началось с частицы «джей-пси».

$$u \bigcirc + \frac{2}{3} \qquad \bar{u} \bigcirc - \frac{2}{3}$$

$$d \bigcirc - \frac{1}{3} \qquad \bar{d} \bigcirc + \frac{1}{3}$$

$$s \bigcirc - \frac{1}{3} \qquad \bar{s} \bigcirc + \frac{1}{3}$$

$$c \bigcirc + \frac{2}{3} \qquad \bar{c} \bigcirc - \frac{2}{3}$$

$$b \bigcirc - \frac{1}{3} \qquad \bar{b} \bigcirc + \frac{1}{3}$$

$$\begin{array}{cc} \text{ПРОТОН} & \text{НЕЙТРОН} \\ \begin{array}{c} \text{p} \\ \begin{array}{c} \text{u} \\ \text{u} \end{array} \end{array} & \begin{array}{c} \text{n} \\ \begin{array}{c} \text{u} \\ \text{d} \end{array} \end{array} \\ + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1 & + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} \text{ПИ-МЕЗОН} & \text{ДЖЕЙ-ПСИ} \\ \begin{array}{c} \pi^+ \\ \begin{array}{c} \text{u} \\ \bar{d} \end{array} \end{array} & \begin{array}{c} \psi \\ \begin{array}{c} \text{c} \\ \bar{c} \end{array} \end{array} \\ + \frac{2}{3} + \frac{1}{3} = +1 & + \frac{2}{3} - \frac{2}{3} = 0 \end{array}$$

Частица		Масса (ГэВ)	Время жизни (с)	Очарование
мезоны	пион, $\pi$	0,14	$10^{-8}$	0
	ро-мезон, $\rho$	0,78	$10^{-23}$	0
	джей-пси, $J/\psi$	3,1	$10^{-26}$	0
	каон, K	0,495	$10^{-8}$	0
барионы	очарованные мезоны	D	1,87	неизвестно
		F	неизвестна	неизвестно
	протон, p	0,94	стабилен (?)	0
	нейтрон, n	0,94	$10^3$	1
	лямбда-гиперон, $\Lambda$	1,1	$10^{-10}$	1
	очарованный барион, $\Lambda_c$	2,26	неизвестно	1

ных упражнений, выработал туловище слона...

— Это реликтовый слон, а сумка на лбу объясняется особенностями среды обитания...

Частица	Масса (ГэВ)	Электрический заряд (заряды электрона)	Время жизни (с)
Электрон (e)	0,0005	-1	стабилен
Электронное нейтрино $\nu_e$	0(?)	0	стабильно
Мюон $\mu$	0,105	-1	$2 \cdot 10^{-6}$
Мюонное нейтрино $\nu_\mu$	0(?)	0	стабильно
Тау-лептон $\tau$	1,78	-1	неизвестно
$\nu_\tau$	0(?)	0	неизвестно

В таблице собрано несколько типичных адронов, сильно взаимодействующих частиц, построенных из кварков. Кварки «склеены» между собой глюонами (от английского слова glue — клей). Мезоны состоят из одного кварка и одного антикварка, барионы — из трех кварков. Если адрон содержит очарованный кварк, то говорят, что его очарование равно единице.

— Это — насекомое, принадлежащее к неизвестному ранее классу насекомых-гигантов...

Идеи верного объяснения феномена «джей-пси» уже носились в воздухе, и единственно правильный ответ уже существовал на бумаге, но, как часто бывает, потребовалось заметное время, прежде чем это стало ясно всем.

Следует отметить, что и экспериментаторы не остались в стороне от общего возбуждения. Все те, у кого была возможность, отложив текущие дела, немедленно приступили к поиску и исследованию новых частиц. Группа итальянских физиков, например, чей ускоритель в принципе не обладал энергией, достаточной для получения «джей-пси», буквально за один-два дня подняла фактическую энергию ускорителя выше проектной отметки. Это позволило включиться в игру и подтвердить результаты Тинга—Рихтера. Итальянцы так спешили, что диктовали свою статью в редакцию журнала по телефону. В результате несколько авторов случайно выпали из списка.

## НОВАЯ ФИЗИКА

Будучи четко сформулированным, решение загадки «джей-пси» оказалось чрезвычайно простым: существует новый, дополнительный кварк, не вошедший в тройку Гелл-Манна—Цвайга. Сейчас этот четвертый кварк называется очарованным и обозначается буквой c от слова *charmed* — очарованный. Масса очарованного кварка относительно велика, около полутора протонных масс, и поэтому очарованные частицы, в состав которых он входит, могли быть обнаружены только после того, как соответствующие энергии (десятки ГэВ) стали доступны экспериментаторам. Самое удивительное, что «джей-пси» не является настоящим очарованным адроном (они были найдены позднее), а представляет, как принято говорить, частицу со скрытым чармом. Это означает, что она построена из кварка c и антикварка c, который как бы экранирует очарование кварка.

В этой таблице собрано все немногочисленное семейство лептонов, частиц, которые пока еще представляются элементарными: несмотря на усиленные поиски, у них не удалось обнаружить какой-либо внутренней структуры. До недавнего времени было известно 4 лептона: два заряженных (электрон и мюон) и два их нейтральных спутника (нейтрино). Три года назад был обнаружен третий заряженный лептон, которому присвоили символ  $\tau$  (первая буква греческого слова «третос» — третий). Третий лептон тоже обладает «собственным» нейтрино. Из других частиц, которые пока считаются элементарными, можно упомянуть еще фотон — хорошо известный переносчик электромагнитного взаимодействия.



Центральный момент работы, прояснившей всю эту картину,— объяснение необычайной стабильности «джей-пси». Авторы работы, американские теоретики Appelqvist и Politzer, обратили внимание на следующее обстоятельство. Кварк  $s$ , как и любой другой, должен сохранять присущую ему индивидуальность (на языке физиков это же утверждение звучит так: «очарование сохраняется в сильных взаимодействиях»). В силу этого обстоятельства «джей-пси» могла бы в принципе свободно распадаться только на очарованные адроны, внутри которых также содержится кварк  $s$ . Однако пара очарованных адронов имеет суммарную массу большую, чем «джей-пси», поэтому такой переход запрещен законом сохранения энергии. Чтобы распасться, у «джей-пси» остается единственная возможность: пара очарованных кварков должна исчезнуть, проаннигилировать, превратившись в легкие кварки, из которых сразу же образуются обычные легкие адроны. Превращение происходит не непосредственно, а через стадию глюонов. Именно глюонная стадия является «узким местом» всей цепочки — она задерживает распад и тем самым удлинняет время жизни «джей-пси». Относительно слабая связь глюонов с очарованным кварком и антикварком в момент их аннигиляции — специфическое свойство, предсказываемое квантовой хромодинамикой.

Идея Appelqvist—Politzerа не только прекрасно объясняла все известные факты, но и предсказывала много новых, например, существование целого семейства частиц со скрытым очарованием. Действительно, связанная система очарованных кварка и антикварка имеет нечто общее с атомом водорода, который, как известно, может находиться не только в основном состоянии, но и на одном из возбужденных энергетических уровней. Семейство чармония — такое имя придумали авторы для новой группы адронов, первым представителем которой оказалась «джей-пси».

Вооруженные путеводной нитью теории, экспериментаторы сделали поиск более целенаправленным и вскоре нашли целый спектр частиц со скрытым очарованием и разными квантовыми числами. Открытия, которые вчера были сенсационными, стали рядовыми, однако и в дальнейшем дело не обошлось без сюрпризов.

Пожалуй, самая драматическая история случилась с наименее членом семейства, так называемым парачармонием.

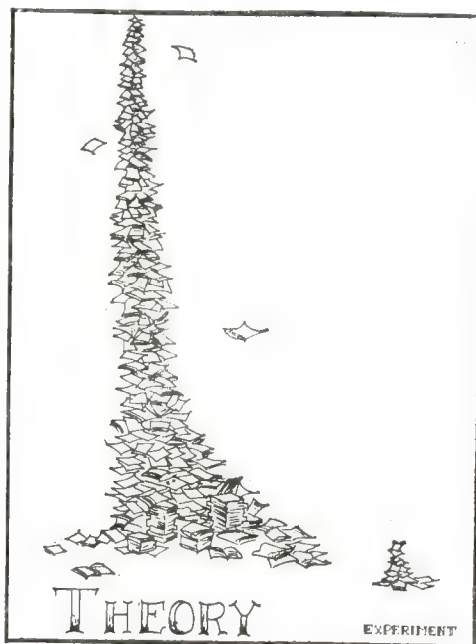
Надежные расчеты (они, кстати, в основном были выполнены в Москве, в ИТЭФе) указывали, что масса этой частицы близка к 3 ГэВ. Группа экспериментаторов из Гамбурга сообщила, что обнаружена подходящая частица, но с массой заметно меньшей, в районе 2,83 ГэВ. На протяжении двух лет гамбургские физики продолжали настаивать на своем результате. Дело дошло до того, что многие теоретики дрогнули и принялись подправлять теорию таким образом, чтобы втиснуть в нее частицу с массой 2,83 ГэВ, резко выпадавшую из общей стройной картины.

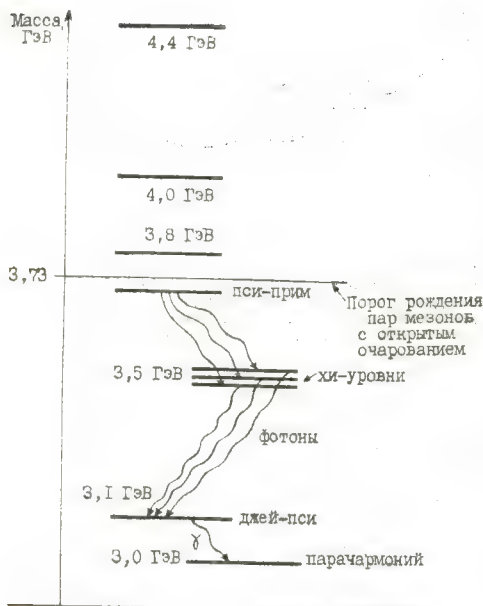
К счастью, потребность в таком насилии над теорией вскоре отпала — новый эксперимент, выполненный в Стэнфорде, доказал ошибочность предыдущего, гамбургского. Масса парачармония получилась 3 ГэВ, он оказался именно в том месте шкалы энергий (масс), где его хотели увидеть защитники первоначального простого и изящного варианта теории.

За последние годы возникло совершенно новое, обширное поле научной деятельности, работа поставлена на поток, сформировалась армия специалистов в области очарованных частиц и процессов с их участием. Но даже не это является основным итогом прорыва в физике высоких энергий, совершившегося семь лет назад. Прежде всего физики вышли на новый уровень понимания фундаментальных законов природы. Очарованный кварк наряду с открытием нейтральных токов (см. «Наука и жизнь» № 3, 1975 год) во многом открыл путь объединению слабого, электромагнитного и, возможно, сильного взаимодействий. Изучение свойств очарованного кварка дало толчок для развития кварк-глюонной теории, которая робким ручейком пробивалась ранее через десятки конкурирующих моделей. Все они забыты ныне, а квантовая хромодинамика, хотя еще и не достроена окончательно, полна жизненных сил. Ее внутренние конструкции нестандартны и красивы, и вряд ли сегодня найдется скептик, который усомнится в правильности и могуществе квантовой хромодинамики.

С некоторыми оговорками можно сказать, что чармоний в теории адронов сыг-

Число теоретических работ, появившихся сразу же после открытия новых частиц, резко возросло, что дало повод для шуток, таких, например, как этот рисунок, опубликованный в журнале «Курьер ЦЕРН».





Так выглядит сегодня спектр чармония — семейство частиц, построенных из очарованных кварка и антикварка. Различие в массе определяется внутренним состоянием этой кварковой пары.

рал ту же роль, которую в двадцатых годах для квантовой механики сыграл атом водорода. Открытие «джей-пси» и быстро пришедшее понимание природы этой частицы было перевалом. Взобравшись на него, физики увидели долины, ущелья, спуски, новые дороги и где-то далеко вперед новую горную гряду. Поднимется на нее, по-видимому, уже следующее поколение.

### ТЕОРЕТИКИ ЗА РАБОТОЙ

Как ни важно понять основные принципы, набросать общую картину новых явлений, это лишь первый шаг. Дальше начинается длительный период детального количественного анализа. Для первой прикидки теоретики, изучавшие чармоний, фактически пользовались известным аппаратом квантовой механики, созданным еще в 20-х годах для описания атома водорода. При этом система  $c\bar{c}$  рассматривалась как аналог системы протон—электрон. Конечно, теоретики отдавали себе отчет в том, что точность результатов не будет особенно высокой, поскольку чармоний лишь отдаленно напоминает атом водорода. В частности, плохо известна сила взаимодействия между кварком  $c$  и антикварком  $\bar{c}$ . Более того, в чармонии заведомо присутствуют эффекты, для которых вообще нет аналогов в атоме водорода.

Тем не менее первые оценки, полученные методами квантовой механики, оказались очень полезными. Во-первых, эти оценки появились сразу же после открытия «джей-пси» — аппарат был хорошо разработан, расчеты не заняли много времени,

и экспериментаторы смогли воспользоваться ими при планировании экспериментов. Во-вторых, аналогия с атомом водорода дала представление об общей структуре семейства чармония. Был получен первый семейный портрет, или, пожалуй, лучше сказать, набросок — мелкие детали смазаны, крупные смещены по сравнению с действительностью, но все же основные закономерности переданы верно.

По мере накопления экспериментальных данных потребовались, однако, чрезвычайно точные вычисления. Кроме того, встал ряд вопросов, ответ на которые в принципе нельзя получить в рамках наивной аналогии с водородом. Необходимо было придумать новый метод, который не использовал бы модельных предположений, а основывался непосредственно на квантовой хромодинамике.

Такой метод был предложен и разработан в Институте теоретической и экспериментальной физики. Его основная идея проста. Известно, что большую часть времени кварки внутри адрона проводят как свободные, и лишь в узкой области вблизи границы адрона они чувствуют существование партнеров, испытывают притяжение к ним. Малость этой пограничной области приводит к так называемой адрон-кварковой дуальности. Оказывается, что характеристики, присущие системе взаимодействующих кварков (то есть присущие адрону), совпадают с определенным образом усредненными характеристиками такой же системы невзаимодействующих кварков. А поскольку движение таких невзаимодействующих, свободных кварков подчиняется очень простым законам, то не составляет труда найти параметры любого объекта, построенного из них. Дуальность здесь заключается в том, что результат, полученный для системы свободных кварков, достаточно точно воспроизводит характеристики реальных адронов.

В принципе концепция дуальности не нова — она возникла в физике частиц лет пятнадцать — двадцать назад. Старая формулировка, однако, носила скорее качественный характер, поскольку не давала никаких указаний на правильный способ усреднения; она, как говорят физики, не фиксировала интервал дуальности и весовую функцию. Потребовались немалые усилия, чтобы превратить эту концепцию в надежный, хорошо проверенный количественный метод. Именно таким способом в ИТЭФе было получено упомянутое выше предсказание для массы парачармония, столь удачно подтвержденное позднее стэнфордским экспериментом.

Отправной точкой работ, выполненных в ИТЭФе, служит представление о том, что свойства адронов связаны со специфической структурой вакуума, каким он предстает в квантовой хромодинамике. Возможно, читатель решит, что здесь вкралась ошибка. Ведь вакуум — это пустое пространство, а какая может быть структура у пустоты? В последнее время выяснилось, что в физике частиц вакуум — наиболее сложный и еще не понятый до конца объ-



ект. Он весь пронизан мощными полями, поведение которых и определяет силы, действующие на кварки, и в конечном счете определяет массы адронов, прочие их параметры.

### ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА...

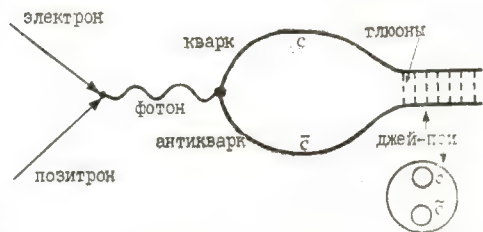
В науке ничто не возникает на пустом месте. Концепция очарованного кварка развивалась постепенно, и этот объект долго занимал одно из первых мест в списке частиц-призраков, предсказанных теоретически, но еще не найденных на опыте. Впервые о нем заговорили в начале 60-х годов. В то время было известно четыре лептона (электрон и мюон со своими нейтрино), а в модели Гелл-Манна — Цвайга фигурировало всего лишь три кварка:  $u$ ,  $d$ ,  $s$ . Если бы существовал четвертый кварк, возникла бы определенная симметрия между кварками и лептонами. Именно этот эстетический аргумент был первым побудительным мотивом для введения очарованного кварка. Позднее он был подкреплен расчетами, показывавшими, что с помощью этого кварка удастся решить некоторые застарелые проблемы в редких распадах К-мезонов.

Существовали и некоторые другие аргументы в пользу очарования, однако до открытия «джей-пси» все они не могли рассматриваться как убедительные.

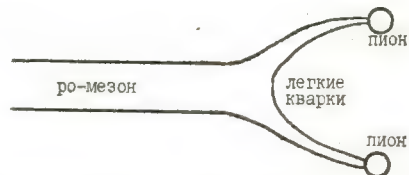
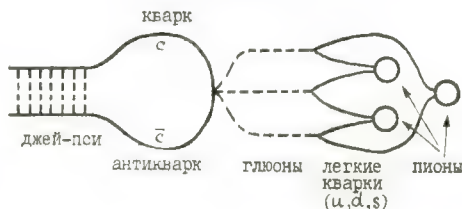
Следует отметить также, что статья Appelqvista и Politzer, в которой была предложена интерпретация чармонния, ставшая ныне общепринятой, была написана вчерне летом 1974 года, то есть еще до того, как стали известны результаты экспериментов Тинга и Рихтера. В ноябре в нее были внесены лишь некоторые уточнения.

С момента описываемых событий прошло около семи лет, однако они уже кажутся далекой историей, настолько быстрым было развитие этой области физики. Одна за другой мы перевернули сразу несколько страниц в книге природы. Были открыты пятый и шестой лептоны — тау-лептон (собрать электрона и мюона) и сопутствующее ему тау-нейтрино. В целой серии экспериментов доказано существование пятого кварка, обозначаемого буквой  $b$  (от слова *beautiful* — прекрасный). Он оказался примерно вдвое тяжелее, чем очарованный кварк. Исходя из кварк-лептонной симметрии, можно ожидать, что существует и шестой кварк, пока еще не найденный на опыте.

Количество «фундаментальных сущностей» размножилось до такой степени, что возникла необходимость в классификации кварков и лептонов, которая могла бы сыграть ту же роль, что и построенная ранее классификация адронного семейства. На сегодняшний день стало общепринятым разделять кварки и лептоны на три различных поколения, повторяющие друг друга по всем параметрам за исключением масс. Зачем понадобились природе три почти тождественные копии? Не означает ли это утроение, что и кварки и лептоны состоят из еще более мелких объектов, субкварков?



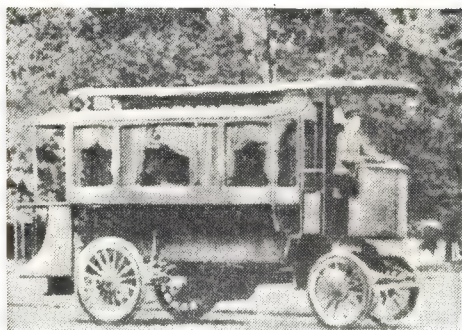
Рождение частицы «джей-пси» в результате столкновения электрона и позитрона. Вначале рождаются очарованные кварк и антикварк, которые в итоге глюонами «склеиваются» в «джей-пси».



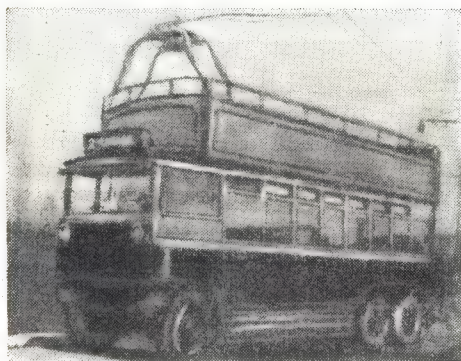
Распад нового адрона «джей-пси» на легкие адроны (пионы) происходит через промежуточную глюонную стадию: составные части «джей-пси» сначала превращаются в глюоны, которые, в свою очередь, создают легкие кварки, объединяющиеся затем в пионы (пи-мезоны). Для сравнения ниже приведена схема распада классического «старого» адрона (ро-мезон) на пару пионов. Здесь промежуточная глюонная стадия отсутствует и процесс идет значительно быстрее. Распад «джей-пси» на пару очарованных мезонов запрещен законом сохранения энергии.

Однозначного ответа на эти вопросы пока нет. Гипотеза субкварков обсуждается многими теоретиками, хотя никому еще не удалось обойти все трудности, встающие на этом пути. По-видимому, они носят принципиальный характер. В настоящее время «внутренность» частиц изучена вплоть до размеров порядка  $10^{-16}$  см, и субкварки не обнаружены. Возможно, они спрятаны на еще меньших расстояниях или же их нет вовсе, и «матрешка», к которой мы уже привыкли, заканчивается на кварках. Весьма вероятно, что фундаментальные физические законы, известные ныне, перестают работать на расстояниях меньших, чем  $10^{-16}$  см, и открытие субкварков, если оно состоится, приведет к ломке основных представлений о законах природы. А может быть, этого не произойдет, и окажутся справедливыми более спокойные варианты теории строения вещества.

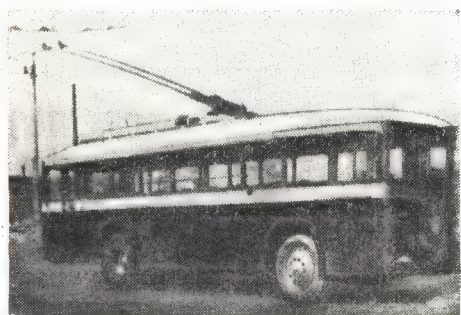
Как бы там ни было, нас ждут впереди новые сюрпризы.



**«ЛОМБАР-ГЕРЗН»** (Франция). Один из первых экспериментальных троллейбусов, демонстрировавшихся в апреле 1900 года на Всемирной выставке в Париже. Токоприемник сделан в виде тележки, которая натилась по проводам благодаря работе самостоятельного электромотора. Машина имела цепную главную передачу и деревянный кузов. Число мест — 12. Мощность двигателя — 19 кВт. Скорость — 20 км/ч. Масса в снаряженном состоянии — около 2 т.



**«ГАЙ»** (Англия). Эта фирма в 1926 году впервые применила для автобусов и троллейбусов трехосные шасси. Чтобы не препятствовать снижению пола в проходе между сиденьями, редукторы главной передачи смещены влево, под сиденья. Интересная особенность этой двухэтажной машины — империял (пассажирское помещение без крыши на втором этаже), односкатные задние колеса, решетка между колесами, предотвращающая травмы ожидающих троллейбус пассажиров. Число мест для сидения — 65. Мощность двигателя — 56 кВт. Масса в снаряженном состоянии — 9 т. Длина — 8,38 м. Скорость — 40 км/ч.



Идея устройства безрельсового трамвая практически была осуществлена впервые фирмой «Сименс-Гальске», построившей в 1882 году троллейбусную линию в пригороде Берлина — Шпандау. Эту дату и следует считать годом рождения троллейбуса, осуществления идеи электрического безрельсового транспорта с питанием от центральной станции.

Этот вид транспорта родился как гибрид трамвая и омнибуса и впоследствии превратился в автобус с электродвигателем, который получает энергию не от перевозимого на машине аккумулятора, а по проводам от внешнего источника.

Сегодня в подавляющем большинстве троллейбусы используются для пассажирских перевозок в крупных городах и в отдельных случаях для доставки грузов. Они проще по устройству, чем автобусы, техническое обслуживание менее трудоемко, а пуск в холодное время года не создает проблемы. Но, самое главное — троллейбус менее шумен и не загрязняет атмосферу городов — обстоятельство, которое за последние два десятилетия приобрело первостепенную важность.

Перевозки пассажиров начали развиваться уже в первом десятилетии нынешнего века. В 1911 году в Европе действовало 33 маршрута общей протяженностью 200 км, на которых работало более сотни машин.

Наибольшее развитие троллейбусный транспорт получил в конце 30-х годов. Конец 50-х и начало 60-х годов отмечены падением интереса к нему — в Лондоне, например, в семидесятые годы была демонтирована вся контактная сеть для троллейбусов и трамваев.

Первые эксперименты по применению в России троллейбусов провел 79 лет назад петербургский инженер П. А. Фрезе. Он испытывал машину, построенную по патентам французской фирмы «Ломбар-Герэн». По-настоящему, в современных масштабах, развитие троллейбусного сообщения в нашей стране началось с 1933 года, когда в Москве стали работать первые отечественные машины ЛК-1. На 1 января 1941 года в стране уже было 900 троллейбусов, а 35 лет спустя, в 1976 году, — 21 тысяча; на их долю в 146 городах Советского Союза приходилось свыше 17 процентов объема перевозок пассажиров.

В одиннадцатой пятилетке намечен дальнейший рост парка машин и протяженности маршрутов. Он продиктован не только экономическими соображениями, но и в немалой степени заботой о здоровье и удобствах людей, живущих в крупных городах.

**ЛК-1 (СССР).** Первый советский троллейбус, выпускавшийся в 1933—1935 годах СВАРЗом. Кузов ЛК-1 имел деревянный каркас с металлической обшивкой и роликовые головки токоприемников. Число мест для сидения — 37, общее — 45. Мощность двигателя — 60 кВт. Масса в снаряженном состоянии — 8,5 т. Длина — 9,04 м. Скорость — 59 км/ч.



К концу июня гусеницы, достигающие около двадцати миллиметров в длину, собираются в гнезде группой, плетут вплотную друг к другу непрозрачные коконы и окукливаются. Недели через две появляются бабочки, через неделю после выхода из куколок они уже летят на свет. На большие расстояния от места выведения бабочки разлетаются нечасто. Откладка яиц завершается к концу июля. В течение года развивается только одно поколение черемуховой моли. Во второй половине лета черемуха, даже если она полностью была объедена гусеницами, может вновь покрыться листвой. Но массовое размножение моли не проходит для дерева бесследно. Жизнедеятельность его понижается, и ослабленное растение легче становится жертвой других вредителей.



Химическая борьба с молю ведется обычно, когда гусенички недавно вышли из кладки и не образовали еще плотного гнезда.

К черемуховой моли близок такой опасный вредитель садоводства, как моль

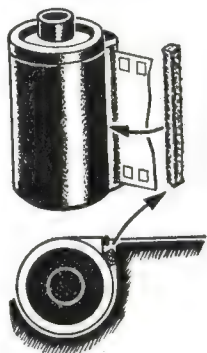
горностаевая яблоневая (*Yponomeutamalinetus* Zell.), которая повреждает листья яблони.

**А. СВИРИДОВ**, научный сотрудник Зоологического музея МГУ.

Иногда во время съемки пленка в моем фотоаппарате вдруг защемляется. Попытка снять очередной кадр приводит к тому, что перфорация повреждается и даже не всегда удается перемотать пленку обратно в кассету. Я проверял фотоаппарат. Он в исправности. В чем же здесь дело!

**Б. КЕРИМБАЕВ**,

г. Алма-Ата.



подготовкой ее к печати, то она электризуется и снова притягивает пылинки. Посоветуйте какой-либо другой способ.

**К. АЛИЕВ**,

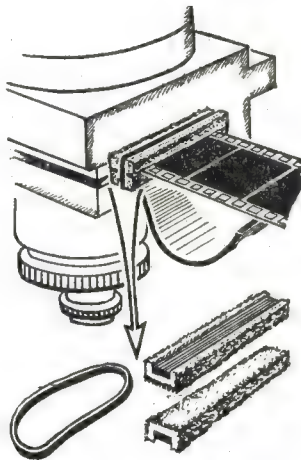
г. Баку.

Причина в изношенности бархатной обклейки кассеты. Кромка ее должна быть упругой и выступать не меньше, чем на полтора-два миллиметра. Иначе кассета может развернуться в своем гнезде на три-пять градусов, и пленка защемятся.

Чтобы избежать этого, надо подклеить на кассету (клеем типа БФ) полоску фетра, пенопласта или картона (см. рис.)

Если слегка протирать негативную фотопленку перед

Чтобы удалить пылинки с негативной фотопленки, можно сделать пылесъемник, который прикрепляют к фотоувеличителю у входа в негативодержатель. Это полоски тонкой фанеры или



жесткого картона, обклеенные бархатом и прижатые друг к другу резинкой. Через эти «щетки» и проходит пленка, прежде чем попасть в негативодержатель. Поверхность полос периодически чистят жесткой кистью или щеточкой.

Инженер  
**Г. ЩЕПАНСКИЙ**.

## ● ФОТОЛЮБИТЕЛЮ НА ЗАМЕТКУ

# МНОГООБРАЗИЕ ПАСЛЕНОВЫХ

В № 12 за 1980 год в нашем журнале была напечатана заметка «Вишня в комнате». В ней рассказывалось о декоративном растении, которое называют кубинской вишней. Материал этот вызвал большое количество откликов. Из многих писем явствует, что любители растений были введены в заблуждение названием. К настоящей вишне — дереву, растущему в садах и дающему вкусные ягоды, из которых получается такое прекрасное вишневое варенье, — это растение отношения не имеет. Кубинская вишня — декоративное домашнее (в нашем климате) растение, относящееся к семейству пасленовых.

Редакция обратилась в Главный ботанический сад Академии наук СССР с просьбой рассказать нашим читателям подробнее о кубинской вишне и о пасленовых вообще.

Т. КРУИЛИНА (Главный ботанический сад АН СССР).

«Вишней» цветоводы называют не только всем известное деревце наших садов, но и множество других растений: перцы, томаты, физалис, гелиотроп, жимолость, калину, евгению и другие.

Поголовное большинство этих растений ботанически никак не связано с настоящей вишней, растущей в наших садах. Кубинская вишня, о которой идет речь, относится к пасленовым.

Семейство пасленовых (*Solanaceae*) — одно из интереснейших в растительном мире. Оно играет огромную роль в жизни людей, давая им пищу и лекарства. Некоторые растения ядовиты. В состав семейства входит более 80 родов и свыше 2000 видов растений, распространенных в тропических, субтропических и умеренных областях земного шара. Это травы, кустарники и небольшие деревья с очередными простыми листьями. Цветки обоеполые, пятичленные. Завязь, как правило, двугнездная. Плод — ягода или коробочка. Наиболее крупный род — паслен (*Solanum*) содержит около 900 видов. К этому роду и относится названная выше кубинская вишня.

В последнее время кубинской вишней заинтересовались любители декоративных растений, и в Главный ботанический сад АН СССР стало поступать большое количество писем, и не просто писем, а писем-посылок с семенами и веточками загадочной кубинской вишни.

Все присланные в Ботанический сад образцы кубинской вишни относились к двум близким видам — это паслен ложноперецный, называемый также иерусалимской вишней (*S. pseudo-capsicum*), встречающийся в Бразилии, и паслен перечный, иначе звездчатый перец (*S. capsicastrum*), распространенный во влажных субтропиках Бразилии и Уругвая. Отличаются эти растения тем, что у паслена ложноперецного листья и стебли голые, высота его до 120 см, а то время как листья звездчатого перца сверху пушистые, а молодые ветки серо-войлочные, да и ростом он вдвое ниже. Оба вида с успехом выращиваются любителями из-за декоративных, долго сохраняющихся на растениях оранжево-красных ягод.

Для хорошего развития эти растения нуждаются в питательной рыхлой почве с перегноем. Размножаются черенками, а также семенами. Растения, полученные из черенка, цветут обильнее.

У многих видов пасленов на концах подземных побегов образуются клубни, у большинства мелкие, горькие, у некоторых съедобные. Из последних выдающееся значение имеет картофель — паслен клубненосный (*S. tuberosum*). Родина его — Южная Америка. До прихода европейцев индейцы имели в культуре несколько видов картофеля, они приписывали повышенную урожайность.

Картофель обладает неисчислимыми достоинствами. В его клубнях содержится до 25 процентов крахмала и до 2,5 белка. Кроме углеводов, белков и минеральных солей — кальция, фосфора, натрия, калия, — в картофеле есть почти все необходимые человеку витамины: А, В, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Р, РР, С, Д, ряд важнейших ферментов и органических кислот. Он содержит также необходимые человеку микроэлементы, как марганец, никель, медь, кобальт, йод и другие.

К роду паслен принадлежит и баклажан — яичное дерево (*S. melongena*) — однолетник с фиолетовыми цветками и крупными, большей частью фиолетовыми плодами. Родина его — Индия. Из Индии культура баклажана была перенесена арабами в Юго-Западную Европу, а затем персидскими купцами в Африку.

В медицинской промышленности в качестве сырья используются другие виды паслена, а именно: паслен дольчатый (*S. laciniatum*) и паслен птичий (*S. aviculare*). Содержащиеся в них алкалоиды поставляют химикам готовую и наиболее трудно синтезируемую часть молекулы кортизона, применяемого при лечении некоторых кожных заболеваний, ревмокардитов, бронхиальной астмы и т. д. Оба вида паслена у себя на родине в Австралии и Новой Зеландии — многолетники, в нашей стране они культивируются как однолетники.

Важной овощной культурой семейства пасленовых является томат (*Lycopersicon esculentum*), выходец из Южной Америки. В XVI столетии благодаря

## ● ВАШИ РАСТЕНИЯ



испанцам томат попал в Южную Европу, где охотно употреблялся в пищу, в остальных же районах Европы к нему относились с недоверием, разводили декоративно, и лишь в начале XIX столетия томат стали относить к овощному растению.

Красный, или стручковый, перец, паприка (*Capsicum annuum*) также принадлежит к семейству пасленовых и происходит из тропической Америки. Впервые Колумб познакомился с горькими формами перца на Гаити в 1493 году и привез несколько плодов в Испанию. Уже в XVI веке культура перца распространилась на Балканский полуостров, в Африку и Индию. В Россию он попал в начале XVII века, а в XIX веке в Астрахани уже имел промышленное значение.

Это однолетник с беловатыми цветками, плоды его со жгучим вкусом применяются как пряность. В состав этого вида входят формы, называемые кайенским перцем. В комнате перец может расти как многолетнее растение. Цветет в июле — августе. Размножают семенами (март). Семена всходят через две недели, но из черенков растения развиваются лучше, чем из семян. Из всех овощных культур перец содержит наибольшее количество витамина С (150—180 мг %). В наши дни главный экспортер — производитель горьких сортов перца — Индия,

в Европе предпочитают сладкие сорта, основной экспортер их — страны Юго-Восточной Европы, особенно Венгрия.

Съедобные ягоды имеют еще некоторые виды физалиса (*Physalis*), характерного своей чашечкой, сильно разрастающейся при плодах и скрывающей внутри себя ягоду. Культивируют южноамериканскую, так называемую перуанскую, вишню (*Ph. peruviana*). В лесах на юге СССР растет другой вид физалиса со съедобными, но невкусными ягодами.

Рассказывая о пасленовых, нельзя не упомянуть о табаке. Родина табака (*Nicotiana*), как и многих

других растений, о которых говорилось выше, — Южная Америка. В Европу был завезен испанцами в конце XVI века, где сначала разводился как декоративное растение. Во Францию семена были привезены посланником в Португалии Никотом, в его честь ботаник Далешампс и назвал растение *Nicotiana*. Это название было сохранено Линнеем, давшим название виду *N. tabacum* — табак курительный.

В настоящее время преобладающие площади под табаком в Азии, хотя родина его Южная Америка. Другой вид табака — *N. glauca* — махорка, используется как техническое растение для получения никотина и лимонной кислоты. Как декоративное растение часто разводят душистый табак с белыми цветками, культивируемый как однолетник. В комнатных условиях табак может расти несколько лет.

Немаловажную роль играют пасленовые и в медицине. Такие растения, как дурман, мандрагора, белена. Они служат сырьем для получения целого ряда препаратов, применяемых при лечении ревматизма, астмы, психических и нервных заболеваний.

И тут же напоминание: эти растения ядовиты — их ягоды есть нельзя.

Как декоративные, в садах

часто разводят однолетние петунии, которые также относятся к пасленовым. Цветки розовые, красные, фиолетовые, лиловые и пестрых расцветок сплошь покрывают растение. Они нетребовательны, цветут с июня по октябрь. Высаживаются в мае — начале июня. В оранжереях и комнатах благодаря своим декоративным свойствам выращивают брунфельзию (*Brunfelsia*), названную в честь Отто Брунфельза, ботаника XVI века. Любителям оно известно под другим названием — францисция. Наиболее распространена брунфельзия чашечная (*B. calysina*) с крупными фиолетовыми цветками и белым глазком (из Бразилии). Размножают семенами (всходы через 3—5 недель) и черенками (март — май), весной производят обрезку, пересаживают в почву, состоящую из волокнисто-дерновой, торфяной земли и песка.

Как видите, родственники кубинской вишни многочисленны и многообразны.

И хотя плоды кубинской вишни съедобны, но варенья или джема из них не сварить. Число их на кусте невелико, да и сами ягодки напоминают плоды шиповника, слишком много семян и мало мякоти. Так что назначение этого растения чисто декоративное.

## «ПРИРОДА И ЧЕЛОВЕК»

В июле нынешнего года выходит в свет первый номер нового общественно-политического и научно-популярного иллюстрированного журнала Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды «Природа и человек».

Журнал будет издаваться при участии Академии наук СССР, Всесоюзного общества «Знание», Министерства сельского хозяйства СССР, Министерства мелiorации и водного хозяйства СССР, Государственного комитета СССР по лесному хозяйству.

Охрана природы, рациональное хозяйственное использование и воспроизводство природных ресурсов, животного и растительного мира, заботливое отношение к земле, лесам, воде, контроль за состоянием окружающей среды, гармония взаимоотношений человека и природы — вот основные темы, которые призван освещать новый журнал.

Издает журнал Московское отделение Гидрометеороиздата. Подписная цена на год — 8 руб. 40 коп., на полгода — 4 руб. 20 коп., на три месяца — 2 руб. 10 коп. Подписка принимается в пунктах подписки «Союзпечать», отделениях связи, городских и районных узлах связи и почтамтах.

В числе многих персонажей поэмы Н. В. Гоголя «Мертвые души» есть и сравнительно малоизвестное, но тем не менее весьма примечательное лицо — Кифа Мокиевич, отец семейства, «человек нрава кроткого, проводивший жизнь халатным образом».

Существование Кифы Мокиевича было занято следующим, как он выражался, философическим вопросом: «Вот, например, зверь, — говорил он, ходя по комнате, — зверь родится нагишом. Почему не так, как птица? Почему не выплупливается из яйца? Как, право, того: совсем не поймешь натуры, как побольше в нее углубишься!.. Ну, а если бы слон родился в яйце, ведь скорлупа, чай, сильно бы толста была, пушкой не прошибешь, нужно какое-нибудь новое огнестрельное орудие выдумать».

Философические вопросы терзали, «как гвоздик в спине», и Василия Семи-Булатова, отставного урядника из дворян, чье письмо к ученому соседу доктору Фридриху обнародовал в свое время А. П. Чехов. «Хотя я невежда и старосветский помещик, а все же такнигодинк старый занимаюсь наукой и открытиями, которые собственными руками произвожу. Я много произвел открытий своим собственным умом, таких открытий, каких еще ни один реформатор не изобретал...» Это ему принадлежит такое, например, утверждение: «День зимою оттого короткий, что подобно всем прочим предметам видимым и невидимым от холода сжимается, а ночь от возжжения свечей и фонарей расширяется, ибо согревается».

Эти достопочтенные лица вспомнились нам, когда волей случая мы получили доступ к архивам одного из наших читателей, которого в какой-то степени можно считать духовным наследником персонажей Гоголя и Чехова. Назовем его Кифа Васильевич, дав ему имя по предку, описанному Гоголем, а отчество позаимствовав от чеховского героя.

Кифа Васильевич занимается наукой исключительно в порядке увлечения — так же, как другие занимаются садовым участком и вязанием, раскладыванием пасьянсов и складыванием флексагонов. Круг его интересов безграничен — физика микромира и теория относительности, гениальная инженерия и поиски внеземных цивилизаций... Полет его фантазии удивительно широк, аналогии порою весьма смелы, а выводы ошеломляющи.

Нам кажется, что рассуждения Кифы Васильевича могут представить интерес для наших читателей. В качестве первой публикации предлагаем его трактат о строении мира.

## А ВСЕ-ТАКИ ОНА ВОГНУТАЯ!

Последние годы наука о природе все более впадает в крайности. С одной стороны, она устремляет свой взор в бездонные просторы Вселенной, с другой — вперяет его в не менее неисчерпаемые глубины микромира.

При этом само собой разумеется, что где-то посередине, в мире житейских масштабов, все установлено давно и навсегда. Какой безумец рискнет ныне опровергать представление о шарообразности и выпуклости Земли или о гелиоцентрическом строении Солнечной системы?

И все-таки я утверждаю: человечество ошибается! Вселенная устроена совсем не так, как нас учат в школе, как об этом написано в учебниках и энциклопедиях. В этой мысли я утвердился после долгих бессонных ночей, проведенных у телескопа, над чертежами и выкладками.

Вот мои постулаты. Их тоже три (как у Эйнштейна).

1. Да, Земля действительно есть сфера с радиусом около 6400 км, но сфера полая, и мы живем не на внешней, а на внутренней ее поверхности. Все многообразие объектов и явлений природы, весь видимый мир заключен внутри этой сферы.

2. Земля неподвижна.

3. Лучи света распространяются по ок-

ружностям, проходящим через центр мира, скорость же света замедляется по мере приближения к центру мира.

Каждая теория должна опираться на строгие доказательства. С чего обычно начинают убеждать школьника в том, что Земля выпукла? С общеизвестной истории с кораблем, отправляющимся в плавание. Вот корабль достиг горизонта и начинает медленно скрываться за ним. Вот провожающие видят с берега лишь палубу и мачты, вот одни только мачты, вот из-за горизонта виднеется лишь выпел — и наконец корабль исчезает из виду.

Все верно в этой картине. Но разве для объяснения этого факта так уж необходимо предположение о выпуклости Земли?

Обратимся к моей системе мира (см. рисунок). Дуга окружности, отмеченная цифрой 1, — это путь светового луча, который приходит к наблюдателю. Заштрихованная область, в которую уходит корабль, наблюдению недоступна. Последовательные положения корабля позволяют легко проследить процесс его исчезновения за горизонтом.

Ну да бог с ним, с кораблем. Займемся более фундаментальными проблемами.

День и ночь. Их принято объяснять вращением Земли вокруг своей оси. Но такое



объяснение отнюдь не единственно возможное. В моей системе смена дня и ночи происходит в результате движения Солнца вокруг центра мира по сложной спиральной траектории (см. рисунок). Каждому витку спирали соответствует определенное время года.

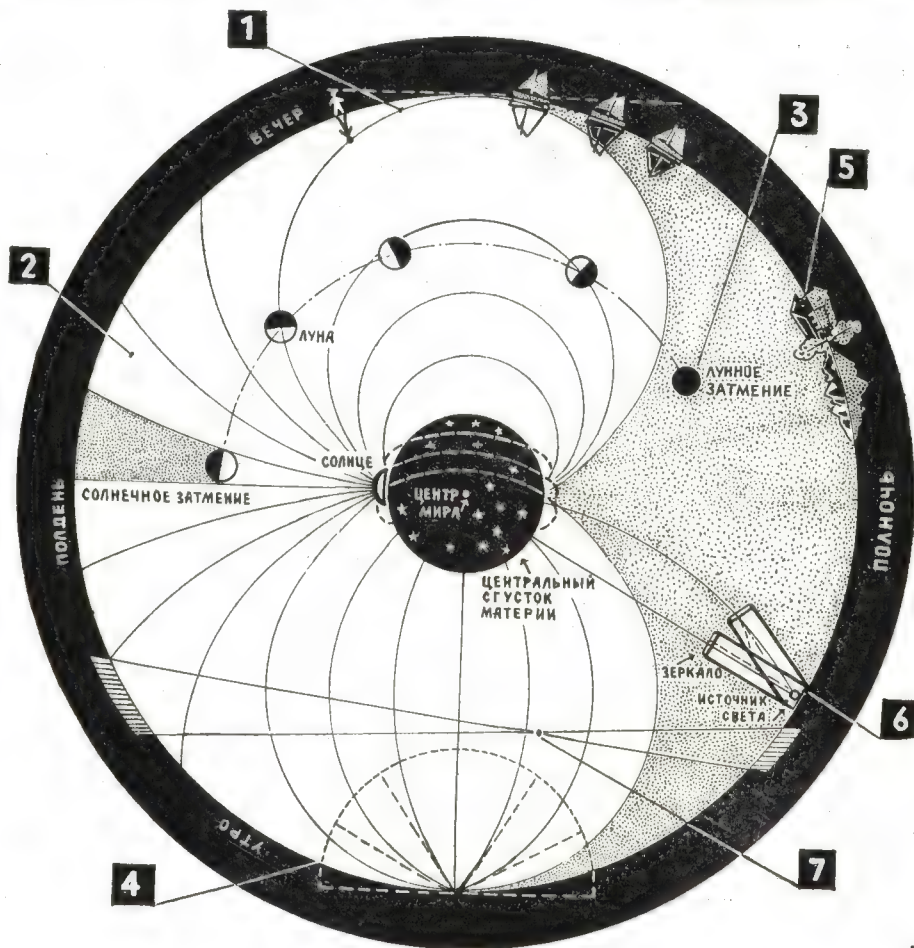
Солнце в моей системе не гигантский раскаленный шар, каким мы считаем его по традиции. Я скорее уподоблю его узконаправленному прожектору, лучи которого расходятся в виде своеобразного криволинейно расширяющегося веера. Легко заметить, что при этом за Солнцем в направлении центра мира должен пролетать шлейф мрака и темноты. Когда Луна в своем блуждании по орбите заходит в эту мрачную зону, на Земле случается лунное затмение (см. рисунок, участок 3). Когда же она входит в область света и загорается собою часть солнечных лучей, идущих к земной поверхности, случается затмение солнечное.

В центре мира располагается сгусток материи, обретший форму эластичного шара. Поверхность его усеяна светлыми точками — звездами. Центр мира есть средоточие не только материи, но и энергии. Она излучается непрерывными потоками, достигающими Земли в виде звездного света и космического излучения. Астероиды и планеты суть также порождения центра мира:

в некоторые критические фазы развития они исторгаются оттуда и медленно удаляются по раскручивающимся спиральным траекториям — на радость астрономам, которые открывают их по мере поступления.

Я уже замечал, что все, кто сталкивается с моей теорией впервые, поначалу недоумевают: как все многообразие явлений природы, весь безграничный космос может уместиться внутри столь небольшой сферы? Как огромный небосвод, усеянный мириадами звезд и обнимающий Землю со всех сторон, может быть представлен малым сгустком материи со светящимися точками на нем? Они забывают, что это не просто сгусток, а центр мира, который есть средоточие. Инерция мышления не позволяет им осмыслить мою стройную картину мира с

1. Предположение о непрямолинейном распространении света делает объяснимым исчезновение корабля за горизонтом в мире Кифы Васильевича. 2. То же самое предположение позволяет объяснить, почему в этом гипотетическом мире лучи Солнца в течение дня меняют свой наклон и земной поверхности. 3. Так во «внутреннем мире» происходят лунные затмения. 4. Так во «внутреннем мире» возникает иллюзия звездного купола. 5. Так в результате инверсии относительно земной поверхности околоземный мир переходит внутри земной сферы. 6. Схема эксперимента, который позволил бы Кифе Васильевичу доказать, что лучи света распространяются не прямолинейно. 7. Схема, поясняющая отсутствие тяготения во «внутреннем мире».



позиции трех постулатов. А между тем здесь все просто (см. рисунок, участок 4). Лучи света приходят к наблюдателю от нижней части шаровидного центрального сгустка материи по круговым траекториям, причем под всеми углами к земной поверхности — от нуля до девяноста градусов. Поэтому-то наблюдателю и кажется, что искрящийся звездами небесный свод нависает над ним подобно куполу.

Новое всегда озадачивает. Как сказано кем-то из великих, «каждая новая теория должна быть немножко сумасшедшей». Но мне-то лично кажется сумасшедшей старая система мира, где расстояния до небесных тел измеряются так называемыми астрономическими числами: до Луны — 384 400 километров, до Солнца — 149 500 000 километров, до ближайшей звезды — 40 000 000 000 000 километров! Ошибись наборщик и добавь к подобному числу пару-другую нулей — вряд ли кто заметит ошибку, почувствует неточность. Здравый смысл не в состоянии воспринимать такие вещи. Происходит чудовищная инфляция нулей!

А что у меня? Ни одно из расстояний не превышает 12 тысяч километров. Непосвященным и это может показаться странным.

Ведь, например, вышеуказанное расстояние до Луны «убедительно» подтверждают данные радиолокации.

Но что измеряет радиолокация? Разве расстояние? Нет. Она замеряет время, за которое совершает свой путь до Луны и обратно радиосигнал. Вот все, что может дать на этот счет эксперимент. А дальше — вычисления на базе старой системы мира. Время множится на «скорость света», с которой якобы распространяется сигнал, на так называемую «мировую постоянную»  $c$ , приблизительно равную тремстам тысячам километров в секунду. И пожалуйста! — вот вам и астрономическая величина. Но беда (беда старой теории!) в том, что этой постоянной скорости  $c$  нет и быть не может. Скорость света замедляется по мере приближения к центру мира (см. мой третий постулат!). И здесь результат умножения времени на среднюю скорость света не может превысить 12 тысяч километров. А скорость света в каждой точке пространства есть предел для скорости распространения любого сигнала, — «его же не переидеши» (это еще до меня справедливо отметил другой гениальный мыслитель нашего времени — Альберт Эйнштейн).

## ГДЕ МЫ ЖИВЕМ — НА ЗЕМЛЕ ИЛИ ВНУТРИ ЗЕМЛИ?

Рукопись Кифы Васильевича подготовили к печати доктор физико-математических наук Ю. ПОПОВ и кандидат физико-математических наук Ю. ПУХНАЧЕВ. Они же комментируют изложенную в рукописи теорию.

**Р**азмышления Кифы Васильевича о том, что мы живем где-то внутри, поначалу ошеломляют, не правда ли? Но если вдуматься: в чем же не прав автор странной теории? Где он грешит против истины, против очевидных фактов? Попробуйте, читатель, доказательно опровергнуть его умозаключения — и вы убедитесь, что сделать это не так уж просто! Дело в том, что картина мира, которую рисует Кифа Васильевич, при всей ее кажущейся нелепости может быть подкреплена строгими соотношениями, связанными с геометрическим преобразованием, называемым инверсией.

На рисунке справа и в подписи к нему дано строгое определение этой математической операции. Выражаясь же описательно, ее можно уподобить отражению в кривом зеркале. Роль зеркала при этом исполня-

ет некоторая сфера; каждая точка вне сферы в результате «отражения» попадает внутрь нее.

Если в качестве такой сферы взять земную поверхность, то Вселенная словно вывернется наизнанку: все окружающее Землю пространство очутится внутри шарика, из необъятных далее космоса в окрестности центра земной сферы соберутся в небольшой сгусток планеты, звезды, галактики...

Любопытные превращения претерпят при этом лучи света. Дело в том, что инверсия преобразует прямые в окружности. И коль скоро световые лучи представляются нам прямыми, то в результате инверсии они, чтобы уложиться внутрь земной сферы, свернутся в кольца, приобретут вид окружностей, проходящих через центр этой сферы (см. ри-

сунк). Используя математические формулы, на которых мы не останавливаемся на страницах популярного журнала, можно убедиться, что скорость распространения света, бывшая постоянной вне сферы, внутри нее должна убывать по мере приближения к центру сферы обратно пропорционально квадрату расстояния до него.

Вглядитесь внимательнее в картину, которая предстает благодаря описанному преобразованию: перед вами вырисовываются черты странного мира, созданного воображением Кифы Васильевича.

Впрочем, несмотря на разительную странность этого мира, все в нем, на взгляд его обитателей, будет выглядеть точно так же, какой предстает перед нами окружающая нас реальность. В самом деле, размеры и форму, расстановку и



дуктов, весьма далеких от даров реки и моря. Внешне и по вкусу, как показала дегустация, синтетическая икра от натуральной, осетровой не отличалась. Но понадобились годы, чтобы эксперимент вышел за порог лаборатории: разработать технологию промышленного производства деликатеса оказалось не так-то просто.

Основу белковой зернистой икры составляют молочный белок и пектин — студнеобразующее вещество, которое получают из яблок и сахарной свеклы. А всего в рецептуре 27 ингредиентов, в том числе желатин, кукурузное масло, чайный лист и другие пищевые продукты.

В процессе превращения молочного белка в икру получают белковые гранулы — икринки, которые проходят особую кулинарную обработку вкусовыми и ароматическими веществами, применяемыми в пищевой промышленности.

Оборудование для изготовления массовых партий зернистой белковой икры создано специалистами Всесоюзного научно-исследовательского и экспериментально-конструкторского института продовольственного машиностроения Минлегпищемаши СССР. Делают икру на предприятиях рыбной и молочной промышленности. Технологический процесс полностью автоматизирован и протекает без участия человека в промежуточных операциях.

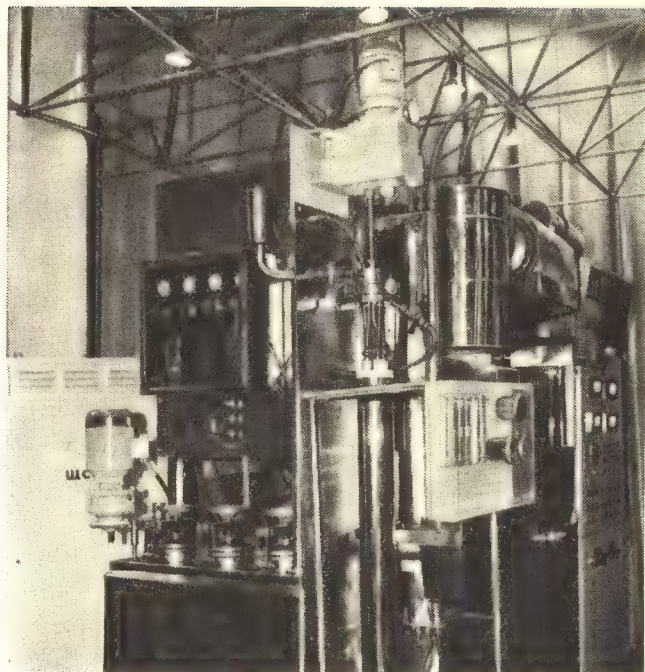
В мировой практике это изобретение советских ученых и конструкторов аналогов не имеет.

#### РЕНТГЕНОВСКИЙ АППАРАТ «МИРА»

Он достаточно портативен и предназначен для проверки различных конструкций и конструкционных материалов методом рентгенографии как в лабораторных условиях, так и в цехе или на стапелях.

От рентгеновских дефектоскопов аппарат «Мира» выгодно отличается рядом технических параметров, значительно меньшей массой и габаритами.

Действие аппарата осно-



вано на явлении вспышки рентгеновского излучения в двухэлектродной рентгеновской трубке с холодным катодом. Эта вспышка возникает в результате взрывной эмиссии электронов под действием короткого импульса высокого напряже-

ния, который выдает малогабаритный высоковольтный генератор.

С помощью «Миры» можно вести направленное и панорамное просвечивание.

Аппарат может рентгенографировать сталь толщиной до шести сантиметров.







# ЭЛЕКТРОЛИЗ ПО-СИБИРСКИ

Процесс электролиза по сути своей несложен. Два электрода, присоединенные к полюсам источника постоянного тока, опущены в ванну с электролитом — раствором, содержащим положительно и отрицательно заряженные ионы. Положительные ионы (скажем, ионы какого-либо металла) устремляются к отрицательному электроду, катоду; приобретая там электроны, они превращаются в нейтральные атомы и оседают на катоде. Отрицательные ионы нейтрализуются, подходя к аноду и отдавая там свои электроны.

Суть процесса проста и неизменна, а вариантов, в которых он применяется на практике, — множество, и число их растет, обещая технике все новые возможности. Об этом свидетельствуют некоторые работы ученых Сибирского отделения АН СССР, о которых рассказано в статье. Две из них выполнены в Институте химии твердого тела, третья — в Институте неорганической химии.

В. ТЮРИН, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».

## ПОЗОЛОЧЕННАЯ ВАТА

— В старое время золото мыли, то есть вымывали водой из породы, так ведь? — спрашиваю я Варенцова.

— Это и сейчас делают, но на российских — богатых — месторождениях, — отвечает Валерий Константинович. — А наш метод, собственно, есть конечная операция так называемой сорбционной технологии, позволяющей брать драгоценный металл из «бедных» руд, в которых его содержание относительно невелико.

Проблема, которой касается мой собеседник, насущна и важна. Вот что писал в «Правде» в сентябре прошлого года академик Б. Н. Ласкорин: «По прогнозам, в ближайшие десятилетия во всем мире качество руд упадет настолько, что без революционизирующих преобразований в технике обогащения станет невозможно эффективно перерабатывать горную массу».

Прежде извлекать из бедных руд металлы, даже золото, считалось нерентабельным. Но богатые руды истощаются, и наука нашла способы взять слово «бедные» в кавычки. (Характерно в этом отношении название статьи академика: «За богатствами «бедных» руд».) Среди этих способов важную роль играют такие, где металлы извлекаются из руд водными растворами химических реагентов. Подобные методы объединяются термином «гидрометаллургия»; за ее дальнейшее развитие и ратует Б. Н. Ласкорин в своей статье. К гидрометаллургии относятся и сорбционная технология.

— Суть этой технологии в том, что руда измельчается и превращается в пульпу, — поясняет Варенцов. — Затем эта пульпа контактирует с ионообменной смолой, которая поглощает металл, а из смолы он вымывается тиомочевинным раствором. А дальше судьба этого раствора легла нам на плечи.

Кандидат химических наук В. К. Варенцов руководит группой в лаборатории электрохимии водных растворов Института химии твердого тела. Когда «Союззолото» обратилось в институт с просьбой разработать эффективный электрохимический способ извлечения металлов из растворов, эта работа была поручена группе Варенцова.

— Широко применявшиеся до сих пор, так сказать, классические методы, — продолжает Валерий Константинович, — требуют большого расхода реагентов, энергии и труда, но главное — они не позволяют извлекать из раствора более 15–20 процентов содержащегося в нем металла. Традиционные электрохимические способы, тот же электролиз, потенциально более результативны, но из-за низкой скорости процесса практически не применялись. Нам предстояло выявить потенциал электролиза — интенсифицировать процесс.

Обычно для извлечения металла электролизом используют плоский катод, на него в виде фольги и оседает металл. Возможности тут ограничены габаритами электрода. Сибиряки решили применить также электроды, у которых доступная электролизу поверхность намного больше габаритной. Если



например, материал электрода пористый, тогда электролиз может идти не только на внешней поверхности, но и внутри, в порах. Таков углеграфит: он обладает электропроводностью, а по структуре похож на ватин. Электролит пронизывает его насквозь, и металл осаждается на каждом волоконец (см. верхнее фото на цветной вкладке). На языке цифр это звучит так: внешняя поверхность кубика из углеграфита весом в один грамм составляет около 30 квадратных сантиметров, а полная поверхность углеграфита достигает при этом 5000 тех же квадратных сантиметров.

Принудительно прокачивая раствор сквозь углеграфитовые электроды, увеличили скорость его протекания и тем самым повысили интенсивность процесса в несколько сот раз. В результате из раствора извлекается 98—99 процентов находящегося в нем металла. (Оборотная сторона «медали» и отличие от прежних методов: в литре раствора металла остается около 0,1 миллиграмма, и раствор можно снова пускать в производство. Это навело исследователей на мысль, о которых будет сказано чуть позже.)

Разумеется, достижение таких результатов потребовало немалых и непростых исследований. Так, например, пришлось изобрести (что зафиксировано авторским свидетельством) многокамерный проточный электролизер (см. цветную вкладку), последняя его модель называется ЭУ-1м. Поясню, что значит «многокамерный». Ученые сконструировали катодную камеру (еще одно авторское свидетельство), схема которой приведена рядом с предыдущим рисунком. В нее вкладывается углеграфитовый катод. Таких камер в ЭУ-1м десять, и через них прокачивается раствор, причем он циркулирует между электролизером и подсобной емкостью до тех пор, пока катод не зарастет металлом. Интересно, что на килограмм углеграфитовых электродов, «заряженных» в камеры, золота можно осадить до 50 килограммов, так что, когда электрод вынимают из камеры, его под металлом и не видно.

Такой электролизер перерабатывает 30 кубометров раствора в сутки. Чтобы обеспечить столь же высокую производительность на обычном плоском электроде при 98 процентах извлечения металла, его поверхность должна достигать 500 квадратных метров. Это, конечно, нереально. А новый электролизер — размером с небольшой письменный стол.

После того как электрод «насытится», его надо отделить от металла. Для этого разработаны два способа. По первому металл плавят, получают слиток, а электрод в это время выгорает. Стоимость его, особенно в сравнении с золотом и серебром, невелика, так что экономиста терпит. Тем не менее второй способ нацелен на то, чтобы электрод сохранить: его снова пропускают через электролиз, только на этот раз он служит анодом, металл переходит с него на катод, и углеграфит становится таким, каким и был. Причем свойства своих он не теряет и после двадцатикратного использования.

Спросите: зачем его столько раз восстанавливать, если экономиста терпит? Терпит она только в случае с драгоценными металлами, а надо сказать, что группа Варенцова испытала свой метод не только на золоте и серебре, но и на меди, цинке. Гидрометаллургия играет все большую роль в добыче и этих металлов; применяемые при этом методы подземного и кучного выщелачивания дают в итоге растворы, содержащие металлы. С растворами приходится иметь дело и при флотационном и гравитационном обогащении руд. Кроме того, промывочные воды металлургических, гальванических и ряда других производств тоже содержат цветные металлы, которые необходимо извлекать как с точки зрения экономики металлов, так и в интересах охраны природы, ибо загрязнение ее соединениями тяжелых и цветных металлов относится к разряду наиболее опасных.

Объемно-пористые электроды (не только углеграфитовые) и в этих делах зарекомендовали себя неплохо. Более того, возможность весьма полно очищать растворы от металла, о чем говорилось выше, навела ученых на мысль использовать этот метод для очистки сточных промышленных вод от токсичных компонентов — таких, как цианиды, роданиды, ксантогенаты и т. п. Эта мысль в конце концов была увековечена авторским свидетельством на новый метод очистки.

Так вот, во всех этих случаях регенерация углеграфитовых электродов имеет прямой экономический смысл. Тем более что объемы переработки растворов тут на два порядка выше, чем для благородных металлов.

Надо сказать, что специалисты института и СКБ горно-обогатительного оборудования (оно тоже в Новосибирске), общими силами создававшие ЭУ-1м, не оставили это обстоятельство без внимания: в прошлом году они испытали модель электролизера, производительность которого примерно вдесятеро выше, чем у первого их детища.

Впрочем, эти вещи больше относятся к перспективе, сегодня же метод успешно применяется на нескольких золотодобывающих фабриках страны. По сравнению с прежними способами технологический процесс стал проще и компактнее (меньше нужно производственных площадей), значительно сократились затраты труда и материалов. Суммарный экономический эффект выражается цифрой 100 тысяч рублей на каждую тонну извлекаемого золота.

Однако работа еще не закончена. В промышленности метод проверен на золоте, отчасти на серебре. Остальное пока лишь в лаборатории. Стало быть, надо разрабатывать технологические режимы для других металлов — отдельно для каждого.

— Поэтому тут еще много работы, — говорит В. К. Варенцов, — и не только над



технологией, но и над самим процессом. Мы сейчас составили математическую модель, с помощью которой надеемся описать полностью работу углеграфитовых электродов, чтобы прогнозировать их использование в разных режимах. Ну, и продолжаем трудиться над новыми конструкциями электролизеров.

### «СТАЛИ ДУМАТЬ ДАЛЬШЕ...»

Должен сразу оговориться: здесь речь пойдет не столько о самом электролизе, сколько о предшествующих ему подготовительных операциях, затруднявших путь к основной — электролизу.

...Юрий Иванович Михайлов возглавляет группу фототермических процессов в Институте химии твердого тела. Эта группа входит в лабораторию, где изучают механизмы химических реакций в твердых телах. Характерная особенность этих реакций в том, что они протекают в окрестности отдельных точек твердого тела, в которых начались, и не распространяются на весь объем, как это происходит в жидкостях и газах. Ход таких процессов под действием тепла и света — предмет исследований группы Михайлова.

Примером подобных реакций в твердом веществе может служить фотография (см. рисунок). Вообще же в институте, под руководством его директора члена-корреспондента АН СССР В. В. Болдырева широким фронтом ведутся исследования, цель которых — управление химическими процессами в твердых телах. Эти исследования могут быть предметом отдельного, весьма интересного рассказа — здесь же подчеркнем, что все решения, о которых речь пойдет дальше, найдены благодаря этим фундаментальным работам.

Как раз в то время, к которому относится наша история, перед институтом была поставлена задача разработать новый метод металлизации диэлектриков.

Применяется металлизация очень широко, практически на любом заводе что-нибудь хромируют, никелируют, меднят... В частности, велики объемы этих работ в производстве печатных плат, на которых собирают электрические схемы телевизоров, ЭВМ и прочей электронной техники: на плату из диэлектрика наносят разными способами металлические токопроводящие дорожки.

Пожалуй, самая сложная и трудоемкая операция в этом деле — металлизация сквозных отверстий в платах. Отверстия эти нужны, чтобы обеспечить электроконтакт между дорожками на обеих сторонах платы: он возникает, когда стенку просверленного отверстия покрывают металлом. Этой операцией и занялась группа Михайлова.

— Чаще всего ее выполняют химико-гальваническим способом, — говорил мне Юрий Иванович. — То есть сначала на стенку отверстия химически осаждают тонкую (2—3 микронметра) пленку металла, а потом

гальванически (поскольку скорость химической металлизации низка) наращивают ее до 40—50 микронметров. Ну, гальваника — это гальваника, обычный электролиз, а вот химическая металлизация неожиданно для нас оказалась по своему существу аналогом фотографического проявления!

Тут надо пояснить, что перед тем, как заняться металлизацией, группа Михайлова участвовала в работе по замене серебра в фотографии менее дорогостоящими металлами — о сути этой проблемы см. «Наука и жизнь» № 12, 1980 г. Вначале его заменили палладием, а потом были созданы фотоматериалы на основе более дешевых металлов, в частности меди. Нашли в ходе той работы и новые способы проявления. Например, создана фотобумага, которая экспонируется светом, а проявляется теплом. Все эти результаты оказались весьма кстати, когда пришлось заняться металлизацией.

Ведут ее так: плату сначала покрывают хлористым оловом, а потом обрабатывают хлористым палладием, и он в присутствии олова образует свои активные центры — примерно так же, как в фотографии возникают центры скрытого изображения (см. рисунок). Отличие же в том, что в фотографии центры скрытого изображения появляются лишь в тех местах пленки, на которые упал свет, а в описываемом процессе палладиевые центры располагаются на поверхности платы равномерно, покрывая ее, словно соты. После этого и выполняется собственно химическая металлизация: плату опускают в раствор меди или никеля, ионы этих металлов оседают на палладиевых центрах, и на поверхности диэлектрика образуется тонкий слой металла — основа для электролитического наращивания.

Одно из узких мест этой технологии — применение дорогостоящего палладия. Мало того, что он дорог. С ним, как с драгоценным металлом, много хлопот: надо тщательно собирать отходы, извлекать остатки палладия, снова пускать их в дело, а еще учет, отчетность... К тому же и технологически палладий небезупречен. Словом, у произ-

На рисунке изображены кристаллы бромистого (или хлористого) серебра, заполняющие фотозульсину и состоящие из положительно заряженных ионов серебра и отрицательно заряженных ионов брома (или хлора). Под действием света электроны переходят от анионов галогена к катионам серебра, превращая их в нейтральные атомы, что приводит к образованию очень мелких частиц металлического серебра — центров скрытого изображения (А). В присутствии проявителя эти центры катализируют дальнейшее восстановление ионов серебра, частицы серебра растут (Б) и скрытое изображение становится видимым (В).





водственников отношение к нему не самое теплое.

— Вот мы и стали думать,— вспоминает Михайлов,— а нельзя ли заменить палладий медью? В фотографии это удалось, а ведь химическая металлизация— это чаще всего меднение, уж потом на медь наращивают другой металл.

Нашли термочувствительные соли меди, с которыми все идет так же, как с палладием. Опробовали не только в лаборатории, но и на предприятиях, и платы получились хорошие.

— Стали думать дальше: а нельзя ли получить металлические покрытия отверстий, минуя стадию химической металлизации? — продолжает Юрий Иванович.— К ней приходится прибегать потому, что активные центры, располагаясь равномерно по всей стенке отверстия, покрывают ее не сплошь, токопроводящей поверхности не получается,— электролиз может не пойти. Но медь очень хороший проводник, и стоило попытаться поплотнее заполнить центрами поверхность с тем, чтобы сразу вести гальванизацию. Мы попробовали, и оказалось, что это вполне возможно.

Ученые, конечно, радовались успеху, но когда о нем узнали производственники, в лаборатории покоя не стало. Ведь химическая металлизация — процесс довольно капризный и потому дает много брака. Кроме того, в многокомпонентных растворах, необходимых по технологии, применяют дефицитные материалы: олово, сегнетову соль и другие. Сами растворы весьма неустойчивы, используются один раз, а сбрасывать их в отходы весьма накладно и для хозяйства и для окружающей среды. Извлекать же из них ценные компоненты не просто, и могут это далеко не везде.

Для металлизации отверстий требуется два десятка ванн, и половина из них предназначена для меднения, причем в каждой ванне свой раствор и свой режим. Очень много усилий тратят на заводах (и у нас и за рубежом), чтобы создать растворы с меньшим расходом реагентов и большим сроком службы, чтобы автоматизировать этот процесс, даже АСУ разрабатывают специально для химической металлизации. И вот оказывается, что всего этого можно не делать. Так что интерес производственников к этой работе легко понять.

Ну, а ученые? Чем могли, помогли технологам в Новосибирске, Минске, Киеве, Ереване, Ленинграде и...

— Стали думать дальше,— тая улыбку, продолжал Михайлов.— Технология теперь такая: плата несколько секунд смачивается в растворе термочувствительной соли — в эти секунды образуются активные центры, затем греется до нужной температуры в сушильном шкафу 12—15 минут, за счет термического разложения активные центры разрастаются и смыкаются, обеспечивая электропроводность, потом несколько минут промывки и гальванизация. А нельзя ли сократить время термообработки? Скажем, «сушить» плату инфракрасным светом от мощного источника? Нужную температуру он даст намного быстрее...

Этот вариант тоже опробовали технологи, и время на термообработку уменьшилось до нескольких секунд. Производительность технологических линий повысилась примерно в четыре раза.

— А каков будет экономический выигрыш?

— В среднем 30—40 копеек на одну плату, выпускают же их многими миллионами штук. Но, кроме плат, с помощью этой технологии можно металлизировать керамику, стекло, эбонит и другие диэлектрики...

— Что же дальше?

— Думаем: а нельзя ли делать «за один проход» металлизацию отверстий и нанесение токопроводящих дорожек? Сейчас это два разных процесса. Однако, чтобы их объединить, нужно расширить возможности управлять химическими реакциями в твердых телах.

## ПЛАЗМЕННЫЕ «СВЕТАКИ»

В Институте неорганической химии для очередных работ понадобились детали с таким покрытием, которое выдерживало бы температуру плазмы и не пропускало бы электрического тока. Собственно, детали уже имелись, предстояло найти способ нанесения на них покрытий. Трудность же состояла в том, что детали были сложной формы.

Есть немало методов нанесения подобных покрытий — в вакууме, плазмотроном, однако применить их не позволяла форма деталей. Сотрудник института Г. А. Марков, который занимался этим делом, обратился к анодированию. В его основе — все тот же электролиз.

Анодирование в чем-то сродни фанеровке в мебельном производстве: так же улучшает внешний вид изделия, позволяет снизить его стоимость. Но есть и отличия: анодирование способно придавать материалу свойства, которых изначально у него не было. Скажем, анодированный золотом стальной корпус наручных часов не поддается коррозии.

Это и привлекло исследователя. Оксидное покрытие, которое получается на аноде, обладает свойствами диэлектрика. К тому же образуется оно на всей поверхности анода, какой бы формы он ни был. Загвоздка только одна: анодирование идет при довольно низкой температуре, и логично было предположить, что нагрев до температуры плазмы разрушит полученное покрытие.

Марков решил наносить его с помощью электродугового разряда, ибо в зоне разряда возникает плазма, соответственно и температура достигает 3000 градусов. При этом на аноде, как и положено, выделяется кислород, в котором горит-плавится металл детали-анода, образуя тем самым защитную пленку на ее поверхности.

Чтобы получить дуговой разряд, надо поднять напряжение тока на ванне с электролитом. А было известно, что если при обычном анодировании напряжение повы-



шать, то на аноде начинается искрение, которое портит пленку — пробивает ее, и она начинает пропускать электрический ток. (Это негативное обстоятельство в дальнейшем подтвердило известную истину, что хуже добра не бывает.) Поэтому в специальной литературе рекомендовалось не превышать определенного уровня напряжения, и никто этого порога не переступал.

Марковы же (соавтор Геннадия Александровича — его жена, Галина Васильевна, сотрудник Института ядерной физики) решили посмотреть, что кроется за этим «рубиконом». И оказалось, что зона искрения (см. график на цветной вкладке) невелика, и если дальше повышать напряжение, то начинается зона дуги, то есть на поверхности анода возникают микродуговые разряды. Причем возникают они именно в слабых, пробитых местах пленки.

Дело в том, что при подходе напряжения к зоне дуги анод уже покрыт оксидной пленкой, которая не пропускает электрический ток, поэтому контакт между металлом анода и электролитом (он тут играет роль второго электрода) возможен только в тех точках, где пленка пробита. Там и возникает микродуговой разряд, который отличнейшим образом «заделывает пробину», наращивая на этом месте диэлектрический слой окисла металла — желанное покрытие. В какой-то момент растущий слой окисла прерывает контакт, разряд сдвигается на соседний, более тонкий участок, пробивая, а затем «заделывая» и его. Вот оно — добро, без которого не бывает хуже.

...Оторваться от этого зрелища было невозможно: на опущенной в электролит пластинке вдруг появились и забегали с места на место яркие светлячки!.. Но вот Марков снял руку с реостата, напряжение стабилизировалось, и светлячки, побегав еще немного, исчезли — процесс сам собой прекратился. А на пластинке осталось ровное, плотное и достаточно толстое покрытие.

Так было обнаружено явление, на основе которого в ИНХе создали новый метод нанесения покрытий, получивший название микродугового оксидирования. Возможности у него оказались весьма обширными. Мало того, что он позволил получить диэлектрическое покрытие, выдерживающее температуру плазмы; новые покрытия оказались весьма устойчивыми к коррозии и особенно к износу — раз в 10–15 больше, чем обычные анодные пленки. К тому же обычное анодирование увеличивает габариты детали на толщину пленки, а новый метод вообще прироста не дает, ибо пленка образуется за счет материала детали.

Но если в состав электролита ввести соли металлов, то в зоне разряда они подвергнутся термическому разложению и образуют на аноде нерастворимые окислы. Таким образом, меняя состав электролита и величину напряжения, можно делать покрытие как из материала анода, так и из вещества электролита. Можно устроить и так, чтобы пленка росла только за счет электролита. А когда его составляют из разных солей, то покрытия получаются композиционные —

по назначению и по цвету: узорчатые, они выглядят весьма привлекательно.

Если теперь вспомнить, что новый метод нужен был для нанесения покрытий на детали сложной формы, и добавить, что сам процесс идет при более простых условиях и в несколько раз быстрее, чем обычное анодирование, то станет понятным интерес, который проявили к микродуговому оксидированию производственники: сотни предприятий стремятся внедрить его у себя. В ИНХе сейчас выявляют закономерности процесса, отработывают принципы технологии.

А Марков тем временем, варьируя состав электролита, попробовал подыять напряжение выше — за предел разрушения. Там микродуговые разряды перешли в дуговые и стали плавить поверхность анода. Это открыло возможности наносить покрытия из более дешевых материалов — окиси кремния, например, и других.

Вот, пожалуй, и все об этой работе. Однако разговор об открывшихся в ней возможностях электролиза можно продолжить. Во всяком случае, его продолжает Г. А. Марков. Обычно в электролизе окисление идет на аноде, а на катоде — восстановление. Так вот Марков задался целью вести окисление и на катоде. В такую возможность верится с трудом, ибо откуда же на катоде возьмется кислород когда там «от веку» выделяется водород?

— Секрет здесь в том, — отвечает Геннадий Александрович, — что при определенных условиях на катоде можно разорвать молекулу воды на составляющие ее атомы — вот и кислород! Интересно?.. Еще интересней перспективы, которые тут открываются: это и синтез новых соединений, и измерение энергии связи между атомами в молекуле — голубая мечта химиков, и даже связывание атмосферного азота!.. Но все это пока дела лабораторные.

...Складывается впечатление, что ванна с электролитом и электродами неисчерпаема...

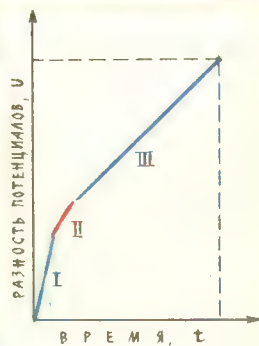
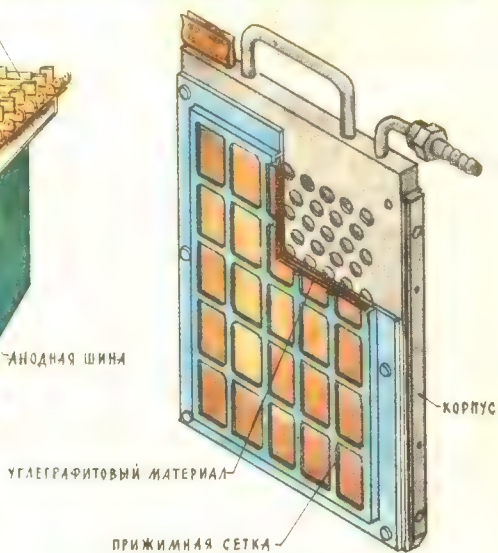
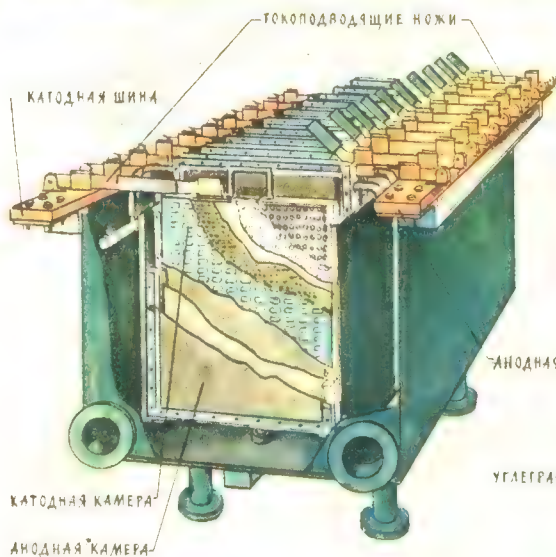
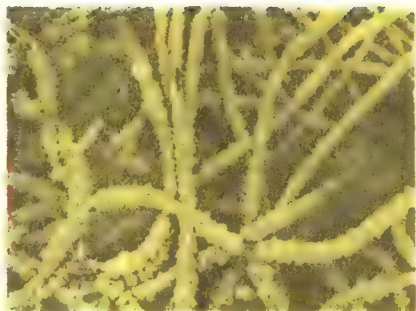
На снимках верхнего ряда — обросшие золотом углеграфитовые нити при увеличении в 75 раз (слева) и в 1500 раз (справа); на этой фотографии на переднем плане для сравнения представлена чистая, не покрытая металлом нить).

На чертежах ниже — устройство электролизера ЭУ-1м (слева) и отдельной его катодной камеры (справа).

На левом снимке следующего ряда — одна из печатных плат, из которых собираются электронные схемы, с нанесенными на нее металлическими дорожками. На правом снимке — декоративная керамическая статуэтка; металлический орнамент нанесен на нее тем же способом, что и токопроводящие дорожки на показанную слева плату.

На снимке внизу: голубые искры, снующие туда-сюда по поверхности пластины, — так выглядит процесс микродугового анодирования. Рядом помещен график роста напряжения между катодом и анодом. I — участок электролитического осаждения, II — участок искрения, III — участок микродуговых разрядов.



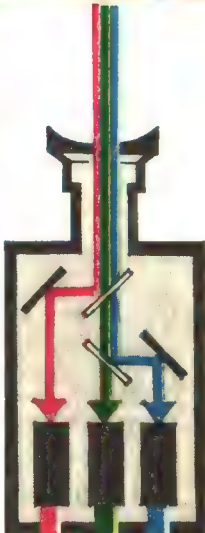


# КОДИРОВАНИЕ ИЗ

ПЕРЕДАЧА  
ИЗОБРАЖЕНИЯ



ПЕРЕДАЮЩАЯ КАМЕРА



R G B

МАТРИЦА

R-Y Y B-Y

КОДИРУЮЩЕЕ  
УСТРОЙСТВО

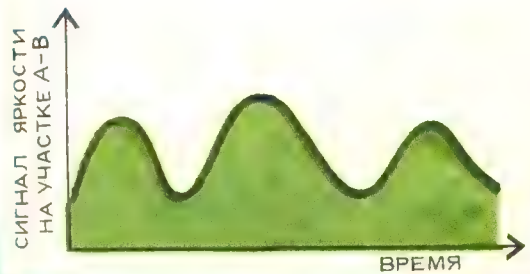
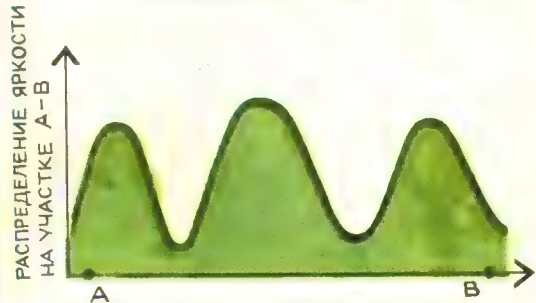
ПЕРЕДАТЧИК

## АНАЛОГОВОЕ КОДИРОВАНИЕ

Видеосигнал подобен по форме исходному распределению яркости. Это распреде-



ИСХОДНЫЙ КАДР



ние на отрезке строки АВ (верхний график) преобразуется в пропорциональное ему распределение зарядов на мишени передающей трубки и затем в аналогичный по форме сигнал (нижний график).

## УПРОЩЕННАЯ СХЕМА ПРОХОЖДЕНИЯ СИГНАЛА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ И ПРИЕМЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ЦВЕТНОМ ТЕЛЕВИДЕНИИ

Исходный световой поток, разделенный оптической системой передающей камеры (преобразователь свет — сигнал) на три цветовые составляющие, преобразуется передающими трубками в электрические сигналы красного (R), зеленого (G) и синего (B) цветов.

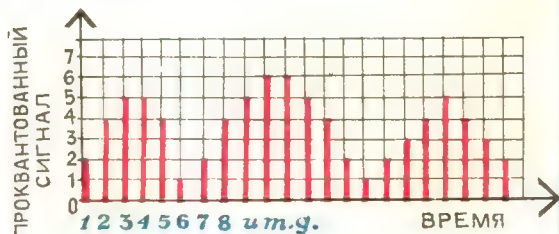
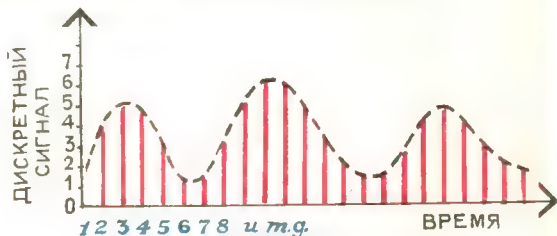


# ОБРАЖЕНИЯ

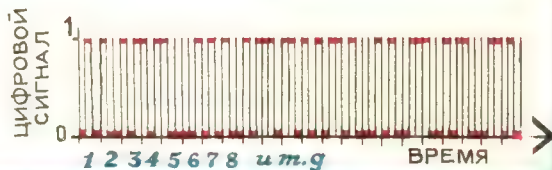
(см. статью  
на стр. 17)

## ЦИФРОВОЕ КОДИРОВАНИЕ

Исходное изображение превращается в таблицу чисел, записанных двоичным кодом. Например, сигнал, соответствующий отрезку АВ, превращается в последовательность дискретных отсчетов — дискретиза-



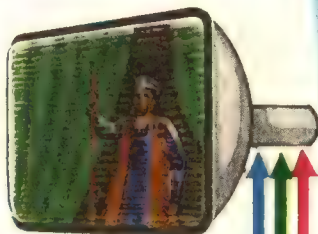
Время	1	2	3	4	5	6	7	8 и т.д.
КВАНТОВАННЫЙ ОТСЧЕТ	2	4	5	5	4	1	2	4
ДВОИЧНЫЙ КОД	010	100	101	101	100	001	010	100



ция (верхний график), последние заменяются целочисленными отсчетами — квантование (средний график), а они, в свою очередь, преобразуются в двоичный код — кодирование (нижний график).

Эти сигналы преобразуются в три новых компонента: сигнал яркости Y (приемники черно-белого телевидения используют только этот сигнал) и два цветоразностных сигнала R — Y и B — Y, уплотнение которых в кодирующем устройстве и дает полный телевизионный сигнал. Принятый сигнал проходит соответствующие обратные преобразования, и на экране приемника воссоздается изображение.

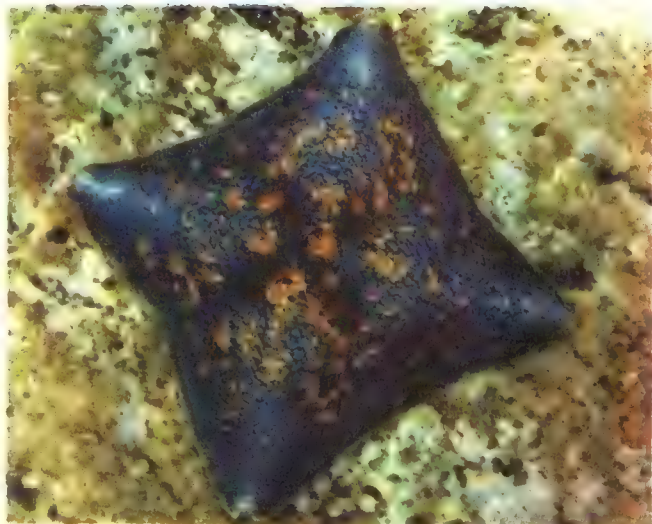
ПРИЕМ  
ИЗОБРАЖЕНИЯ



МАТРИЦА

ДЕКОДИ-  
РУЮЩЕЕ  
УСТРОЙСТВО

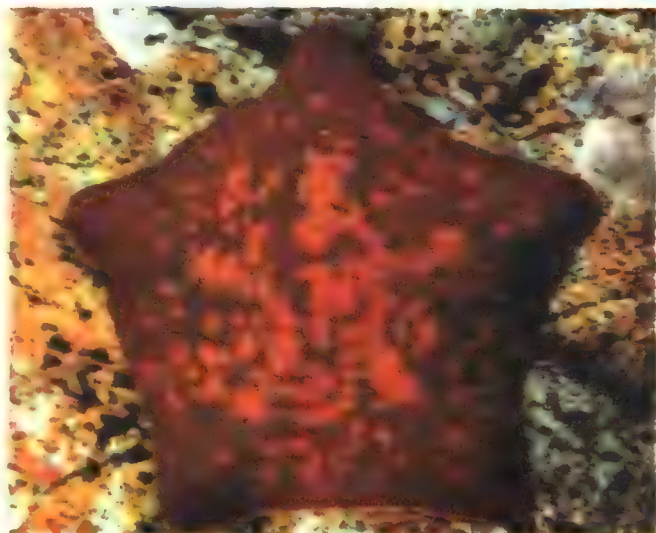
ВЫСОКО-  
ЧАСТОТНЫЙ  
ПРИЕМНИК



Патирия обычной окраски с четырьмя лучами.

На брюшной стороне морской звезды видны прозрачные лепестки желудка.

Пятилучевая патирия нестандартной окраски.



## ПРЕКРАСНЫЕ

## ПАТИРИИ

Ю. АСТАФЬЕВ.



В своих подводных путешествиях — какова бы ни была их «тема» — я всегда обращаю внимание на морские звезды, любуюсь ими. Наиболее красивые и любопытные экземпляры фотографирую.

Морские звезды относятся к типу иглокожих животных, для которых характерна пятилучевая симметрия в строении тела. Но есть многочисленные исключения: например, звезда мохнатый солнечник имеет от 8 до 16 лучей, а терновый венец — от 13 до 20.

Многообразие окрасок морских звезд не поддается описанию, есть чисто белые и абсолютно черные. Очень своеобразны и красивы животные, в окраске



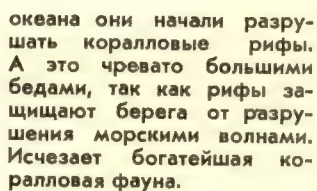
Я долго не обращал особого внимания на гребешковых патирий. Может быть, из-за того, что в Японском море это самый массовый вид. Они вездесущи, начиная от самого уреза воды, до глубин в 40—50 метров. Встречаются на всех грунтах и в зарослях любых водорослей. В некоторых местах кажется, что этими звездами просто вымощено дно. Когда же я стал внимательней приглядываться к патириям, то увидел, что они безгранично разнообразны.

Двух одинаковых патирий не бывает: у одних красных пятен мало, у других их столько, что непонятно, какой цвет преобладает — красный или синий. А изредка можно встретить звезды оранжевого, красного или сиреневого цвета. Лучи у патирий короткие и толстые. Чаще всего их пять. Нередко встречаются и шестилучевые патирии, очень редко четырех- и семилучевые. Эти звезды выглядят необыкновенно эффектно: они сияют на каменных глыбах, как будто покрытые яркой эмалью с золотыми узорами.

оранжевой брюшной стороны быстро вытягиваются в ротовое отверстие полупрозрачные нежные лепестки — это желудок животного. Выпустив его наружу, звезды как бы обсасывают им дно. Патирии, как и большинство морских звезд, — хищники. В научной литературе можно встретить указания, что они часто нападают на крупных животных. Но мне кажется, что это не совсем так: очень уж много этих звезд на дне, — будь это так, они уничтожили бы все живое вокруг. Скорее они санитары морского дна: стоит погибнуть какому-либо животному, как его труп тотчас же облепляют эти звезды. Часто встречаются шарообразные скопления патирий. Если разобрать такой шар, то внутри обязательно будет мертвое животное.

Иногда на брюшной стороне звезд среди трубчатых ножек можно заметить червей и рачков, которые приспособились жить в содружестве со звездой.

Терновый венец (об этой звезде в журнале сообщалось неоднократно) обитает в тропических водах и питается коралловыми полипами. В последние годы численность этих звезд стремительно возросла, и во многих районах Тихого



Приходится принимать специальные меры, чтобы приостановить размножение этих звезд.

Морские звезды размножаются и живут только в воде, солености которой близка к нормальной океанической. Поэтому они не встречаются в сильно опресненных районах морей. По этой причине их нет в Черном море. Так по крайней мере утверждается в научной литературе. Но в Ялтинском краеведческом музее я видел красивую шестилучевую звезду типа астериаса, якобы пойманную рыбаками у берегов Крыма. Что это — ошибка или одна из многочисленных тайн моря?

3. «Наука и жизнь» № 7.





## ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВ. МЕТ

Издавна бедой для земледельца была и пока еще остается эрозия почв. Многие ученые-аграрники искали пути решения этой проблемы. Современной сельскохозяйственной науке удалось в определенной мере выявить закономерности проявления этого грозного явления, наметить и уже осуществить ряд практических мер по ликвидации последствий эрозии.

Доктор экономических наук, профессор Д. ВАНИН, директор ВНИИ земледелия и защиты почвы от эрозии (г. Курск) и Н. СИДОРЕНКО, главный агроном Главного управления зерна Министерства сельского хозяйства СССР.

Приход весны всегда радует — пробуждается от зимнего сна природа, тают снега, и сначала маленькие ручейки, а затем шумные ручьи, набирая силу, устремляются

вниз по склонам, в пониженные места, смывая и унося с собой оттаявшую почву. Стекающие потоки воды, особенно при бурном снеготаянии, вымывают в почве промоины — начало процесса образования оврагов.

● НАУКА И ТЕХНИКА —  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ  
ПРОИЗВОДСТВУ

Разветвленные шупальца оврагов, веером расходящиеся в обе стороны от центрального его «стержня» — балки, за-



Улучшать охрану природы, усилить работу по сохранности сельскохозяйственных угодий, борьбу с эрозией почв....

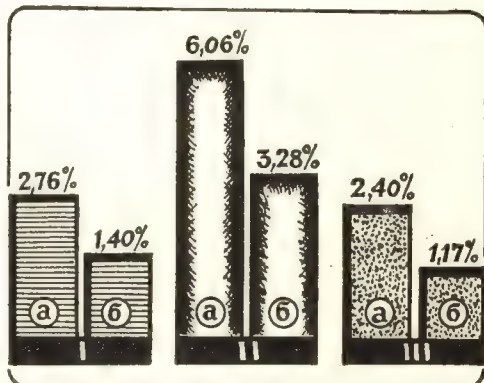
Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года.

ставляют отступать поля, луга, перерезают дороги, мешают проводить линии электропередач и связи. Нередко длина балок достигает десятков километров, а оврагов — нескольких километров. Вовремя не остановленный овраг растет вглубь и вширь, унося с полей все больше и больше плодородной почвы.

По подсчетам специалистов, за 70 лет, с 1882 по 1952 год, около 15 процентов всех обрабатываемых в мире земель потеряли перегной и стали непригодными для использования, а 38,5 процента наполовину его утратили. В результате нерациональных способов ведения сельского хозяйства за эти же годы площадь пустынь увеличилась на полтора миллиарда гектаров.

Эродированные земли составляют солидную долю от всех сельскохозяйственных угодий во многих странах: от 20 процентов в Польше до 60 процентов в Греции. В США подвержена эрозии почти половина обрабатываемой территории.

В СССР в защите от водной эрозии нуждаются земли в Центральном Черноземье, в Поволжье, на Дону, на Северном Кавказе, в горных районах Закавказья и Средней Азии. Водная эрозия проявляется по правобережьям рек Волги,



Эрозия приводит к уменьшению пахотного горизонта и значительному снижению в нем минеральной части — гумуса. Ухудшаются структура почвы, ее состав, водно-воздушный режим... В течение вегетации растений смытые почвы испаряют больше влаги, а выпавшие осадки плохо впитываются и стекают. На рисунке показано наличие гумуса в почве: а — не смытые, б — сильно смытые (I — серые лесные почвы, II — типичные черноземы, III — каштановые почвы).

## ОДЫ БОРЬБЫ

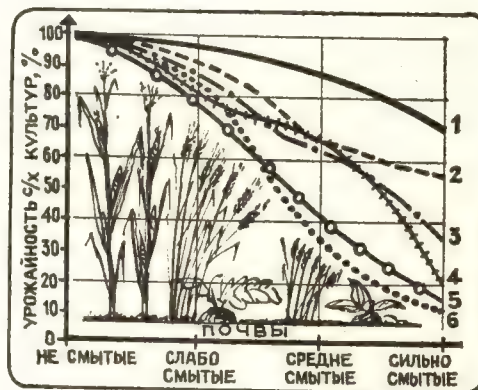
Камы, Оки и их притоков. Распространена она и в бассейнах Оби, Иртыша, Тобола.

По оценке ученых, в нашей стране ежегодно со склоновых земель отчуждается со стекающей водой и смываемой почвой колоссальное количество питательных веществ.

Эрозия «съедает» площади, пригодные для земледелия. Кроме того, достаточно вспомнить, что хотя за годы Советской власти площадь пашни увеличилась (в основном за счет освоения целинных и залежных земель) на 70 миллионах гектаров, площадь пашни, приходящейся на одного жителя, неуклонно уменьшается.

Поэтому мы сейчас стараемся максимально использовать каждый гектар обрабатываемых земель. Приходится интенсифицировать сельскохозяйственное производство, применять все более совершенную технику, но тем самым возрастает опасность эрозии. Отсюда вытекает необходимость пересмотра общепринятых систем земледелия, разработки новых техно-

На эродированных почвах урожайность сельскохозяйственных культур резко снижается. Чем сильнее смыта почва, тем ниже урожайность. На схеме: 1 — многолетние травы; 2 — зернобобовые; 3 — озимая пшеница; 4 — кукуруза; 5 — яровая пшеница; 6 — сахарная свекла.



логий возделывания сельскохозяйственных культур.

Смытая почва откладывается по ходу движения водного потока, попадает в озе-

<p>ОВЕС, РОЖЬ, МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ</p> 	<p>ГОРОХ, ВИКА, ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, ОЗИМЫЙ ЯЧМЕНЬ, ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ, ОДНОЛЕТНИЕ ТРАВЫ, МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ</p> 	<p>ЧИСТЫЙ ПАР, ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА, САХАРНАЯ СВЕКЛА, КУКУРУЗА, КАРТОФЕЛЬ, ПОДСОЛНЕЧНИК</p> 
<p>ОБРАБОТКА ПОПЕРЕК СКЛОНА ИЛИ ПО ГОРИЗОН- ТАЛЯМ; ЩЕЛЕВАНИЕ ЗЯБИ, ПОСЕВОВ ЗЕРНО- ВЫХ КУЛЬТУР И ТРАВ</p>	<p>ОБРАБОТКА ПОПЕРЕК СКЛОНА ИЛИ ПО ГОРИЗОН- ТАЛЯМ; ЛУНКОВАНИЕ; БОРОЗДОВАНИЕ; МИКРОЛИМАНЫ</p>	<p>ОБРАБОТКА ПОПЕРЕК СКЛОНА</p>

ра, водохранилища и реки. За счет этого, в свою очередь, нарушается гидрологический режим водоемов. Накапливаясь в воде, фосфор и азот вызывают интенсивное развитие сине-зеленых водорослей. Водоемы начинают зарастать, мелкие речки исчезают. Скопление отмирающих водорослей и их разложение приводят к биологическому загрязнению.

Почвенные частицы несут с собой связанные пестициды, уничтожающие обитателей водоемов. По мнению ряда авторитетных специалистов, загрязнение поверхностных вод ядохимикатами так же опасно, как и промышленные стоки. Таким образом,

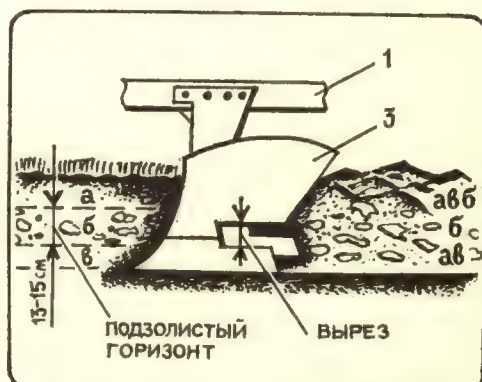
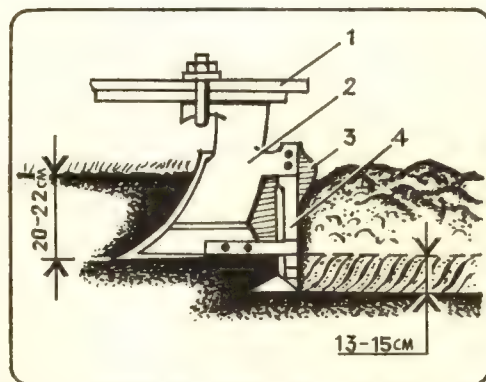
борьба с эрозией неразрывно связана с охраной окружающей среды в целом.

Наконец, надо упомянуть о том, что ухудшение физико-химических свойств на значительных территориях приводит к увеличению стока талых и дождевых вод, скоплению больших масс воды, рождающих катастрофические по своим последствиям наводнения и паводки.

Основная стратегия борьбы с водной эрозией проста. Нужно поставить барьеры на пути перемещения водных масс или устроить безопасные для почвы водотоки и водоотводы, воспрепятствовать смыву

Почвоуглубление применяют на почвах с небольшим гумусовым горизонтом. Для этого на раму обычного плуга (1) устанавливают корпус (2) с отвалами (3), а сзади них — почвоуглубители (4). Плужные корпуса заглубляют на необходимую глубину, например, 20—22 см, а почвоуглубители рыхлят глубже на 13—14 см плотный малоплодородный слой, не вынося его на поверхность.

Плужные корпуса с вырезными отвалами (3) применяют для окультуривания малоплодородных почв, повышения их плодородия. При этом рыхлятся и смешиваются с плодородным слоем (а) подзолистый (б) и подпахотный (в) горизонты. В раздробленные слои попадают частицы культурного слоя и растительные остатки, лучше проникают вода и воздух





Крутизна и протяженность склона, интенсивность осадков, свойства почвы и ряд других факторов определяют набор возделываемых здесь культур и систему агротехнических мер, уменьшающих сток воды и смыл почвы.

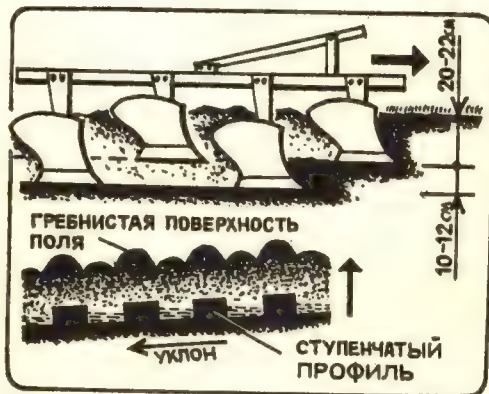
В верхней части склона возделывают культуры, наиболее опасные в эрозионном отношении, а в нижней — самые устойчивые.

почвы или свести этот смыл до минимума. Там же, где уже образовались овраги, постараться выровнять рельеф.

Однако условия для эрозии в разных районах сугубо индивидуальны и весьма разнообразны. В одном месте вроде бы и склоны невелики, но почвы по своему механическому составу легкие. В другом районе за десятки километров в горах есть условия для быстрого скопления больших масс воды. В третьих — часты ливневые дожди, или имеется разветвленная сеть древних балок, оставленных ледником... И так, в каждом конкретном районе свои условия и, значит, свои индивидуальные требования к защите почв от смыва и размыва.

Для познания механизма эрозионных процессов нужны глубокие теоретические исследования. В стране с этой целью были созданы научные центры, организована сеть опорных пунктов.

Гребнисто-ступенчатую вспашку проводят обычными плугами, у которых корпуса идут на различной глубине (через корпус) — 20—22 см и 30—35 см. В этом случае плужная подошва получается ступенчатой, а поверхность поля гребнистой (внизу). Преимуществом такой вспашки является то, что при образовании валиков не происходит уплотнения почвы и она лучше впитывает влагу. На сложных, многоскатных склонах гребнисто-ступенчатую вспашку проводят под некоторым углом и горизонталям местности, причем борозды безопасно отводят излишнюю воду. Гребнисто-ступенчатую вспашку поперек склона целесообразно сочетать с почвоуглублением. Повышение урожайности зерновых культур от проведения такой обработки составляет от 2 до 4 ц га.



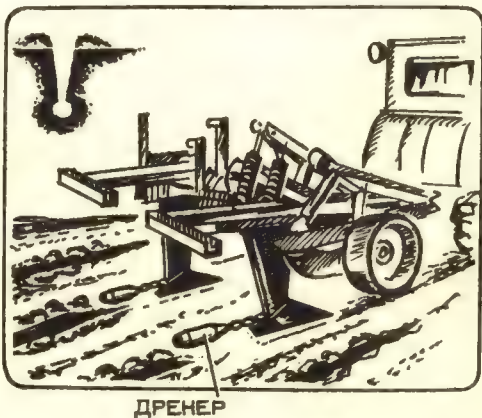
Силами ученых Всесоюзного института земледелия и защиты почв от эрозии, Государственного института земельных ресурсов, Почвенного института имени В. В. Докучаева, ВНИИ зернового хозяйства, различных проектных организаций была создана Генеральная схема использования земельных ресурсов на длительную перспективу, составлены подробные картограммы для отдельных районов. Три увесистых тома научной документации содержат детальное почвенно-эрозионное районирование территории и объемы противоэрозионных мероприятий, расчеты потребности в технике, минеральных удобрениях, денежных и других средств для всех экономических районов и республик страны. Анализ накопленного опыта по борьбе с эрозией почв позволил рассчитать экономическую эффективность внедрения противоэрозионных мероприятий.

Разработан комплексный подход по защите почв от разрушения. Он включает в себя разнообразные по характеру и по своей направленности методы и приемы земледелия: противоэрозионную организацию территории, агротехнические приемы, луговую мелиорацию, посадку лесных полос, строительство гидротехнических сооружений и т. д.

В каждой зоне надо решать свои конкретные задачи: в одном случае нужно максимально задержать осадки, в другом — отвести их излишки и т. д.

Для того чтобы начать борьбу с эрозией, прежде всего необходимо составить проект организации территории хозяйства, то есть провести землеустройство: выделить массивы для разных типов севооборота, участков залужения; с учетом рельефа нарезать поля и рабочие участки, разместить полевые защитные, водорегулирующие, прибалочные лесополосы, построить гид-

На сенокосах, пастбищах, а также на зяблях для уменьшения смыва и размыва почвы применяют щелерезкритователи ЩН-2-140. Нарезка щелей позволяет перевести поверхностный сток во внутрипочвенный, улучшить водно-воздушный режим почв.





ротехнические сооружения и устройства. Сразу же надо запланировать мероприятия по рекультивации оврагов, коренному улучшению поверхности лугов и пастбищ.

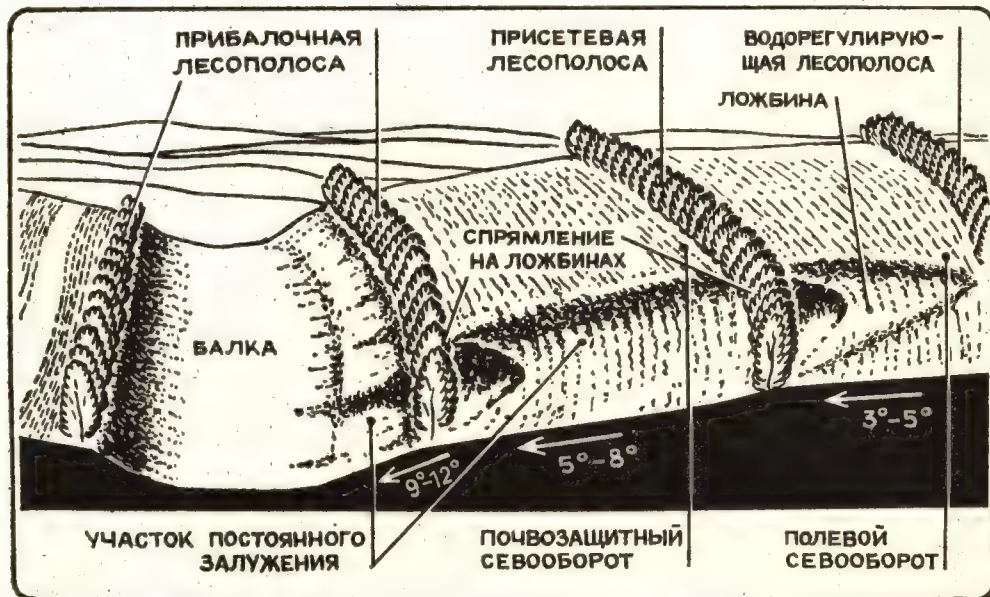
Так, в совхозе «Каширский» Московской области угодья были дифференцированы по категориям пригодности их к использованию. Стояла задача — напоить землю, а излишки влаги безопасно отвести в специальные противозрозионные пруды. Насаживали лесополосы, регулирующие сток воды.

Размещение защитных лесных полос — важнейшая часть противозрозионной организации территории. На рисунке видно, как сеть лесополос определяет проведение других элементов комплекса — расположение полей и обработку почвы поперек склонов, превращение ложбин в луга, введение специальных севооборотов, предотвращающих водную эрозию, и т. п.

В этом совхозе было нарушено более 60 процентов пахотных угодий.

С 1966 года здесь средние и сильно смытые земли используются в специальных севооборотах, а кормовые и полевые севообороты перенесены туда, где почвенный покров сохранился в целостности или эрозия развита слабо. Крутые склоны засадили лесом. Такое перераспределение земель способствовало затуханию оврагов, и необходимости возводить гидротехнические сооружения здесь не было. Внедренный комплекс мероприятий позволил хозяйству полностью обеспечить сельскохозяйственных животных зелеными и грубыми кормами. Значительно повысилась отдача каждого гектара, эрозия почв уменьшилась в двадцать раз, укрепилась экономическая база хозяйства.

В совхозе «Новоникулинский» Ульяновской области более половины угодий рас-





На выровненных пахотных склонах крутизной от 3 до 8° для задержания стока применяют валы-террасы, которые рассчитаны на многолетнее регулирование стока талых и дождевых вод. В зависимости от почвенно-климатических и других условий они могут быть горизонтальными и наклонными. Обязательное условие при их проектировании — создание залуженных водостоков для сброса излишней воды. Наиболее эффективно и дешево — формирование валов плу-гами.

положены на склонах. И здесь начали с посадов лесополос различного типа.

Величина оврагов, их рост и условия образования не позволили обойтись без гидротехнических сооружений. Поэтому одиннадцать активно растущих оврагов закрепили водоотводящими и водозадерживающими земляными валами (их длина около 4,5 километра); девять вершин — сложными железобетонными сооружениями. Ряд оврагов выравнивали (выположили) и засеяли многолетними травами. И обработка почвы теперь ведется только вдоль лесных полос — поперек склона. Эти мероприятия значительно уменьшили сток воды с полей и смыв почвы, повысилась урожайность культур. Сейчас хозяйство ежегодно получает дополнительно тридцать тысяч центнеров зерна и других продуктов земледелия.

В конкретных условиях осуществление какого-то отдельного элемента может быть нецелесообразным, но обязательными являются агротехнические мероприятия. К тому же эти приемы наиболее просты и быстры в исполнении, для их выполнения созданы специальные орудия.

Улучшение физических и химических свойств почвы, повышение ее плодородия немыслимо без внесения удобрений. Особенно это важно на эродированных участках, ведь здесь смыв питательных веществ сильнее — значит, и вносить сюда необходимо (с учетом агрохимических картограмм) повышенные дозы удобрений.

До недавнего времени наука работала над отдельными приемами регулирования, в основном стока талых вод. Однако и в период вегетации растений вред от эрозии также значителен. Один из важнейших факторов, способствующих разрушению почвы, — это ее многократная механическая обработка: вспашка, культивация, боронование или прополка сорняков — все это способствует разрушению почвы. В этом случае нужно шире внедрять почво-

защитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, идти на уменьшение механического воздействия на почву при обработке. Для этого созданы комбинированные машины, орудия и различные приспособления.

В последние годы все более широко применяют специальные препараты — гербициды. Они убивают или задерживают рост сорняков, но не влияют на культивируемые человеком растения и позволяют в ряде случаев отказаться от рыхления почвы.

Правда, все чаще раздаются голоса, призывающие более пристально присматриваться к возможной опасности загрязнения окружающей среды пестицидами, к числу которых относятся и гербициды, применять только те из них, которые не накапливаются в почве, не токсичны для почвенной микрофлоры и фауны, не могут поражать человека, относительно легко и быстро разлагаются.



Бетонные, железобетонные быстротоки, перепасы, консольные сбросы и др. устраивают в тех случаях, когда овраги угрожают ценным угодьям, а площадь, с которой собирается вода, велика, и прекратить эрозию системой валов или другими способами экономически невыгодно или невозможно. На дне оврагов ставят плетневые запруды.

Склоны балок часто называют кладовыми кормов и отнюдь не без оснований. При правильном их использовании можно получить с овражно-балочных земель в 4—8 раз больше продукции, чем они дают теперь. Только в Тульской области по новой технологии улучшено более 32 тысяч гектаров лугов и пастбищ, расположенных на склонах. За последние десять лет на опытной станции этой области продуктивность таких пастбищ возросла с 25 до 200 центнеров зеленой массы трав, значительно снизилась себестоимость сена.

Очень ценным является опыт, полученный на Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станции имени А. С. Козменко на Орловщине. Всю площадь лугов и пастбищ здесь разбили на загоны, и используется каждый из них то как луг, то как пастбище. Это позволило добиться увеличения продуктивности, и затраты окупались в первый же год.

В колхозе «Большевик» Курской области таким путем улучшено 80 гектаров естественных кормовых угодий, которые дают теперь более чем по 270 центнеров зеленой массы с гектара.

Аналогично поступили в совхозе «Родина» Воронежской области, что позволило в первый же год освоения получить

урожаи трав в четыре раза больше, чем давал размытый ранее склон, и в последние годы здесь нет проблемы кормов. Кроме того, свыше 500 гектаров полевого севооборота было высвобождено для посева полевых культур.

Первые лесные полосы были посажены в России еще в конце XIX века, когда выдающийся русский ученый В. В. Докучаев заложил научные основы полезащитного разведения лесов. Однако систематическую и эффективную работу по созданию полезащитных лесных полос начали только в советское время. В постановлении Совета Труда и Оборона «О борьбе с засухой», подписанном В. И. Лениным 29 апреля 1921 года, отмечалась важная роль этого мероприятия. Затем в 1931, 1948 и 1967 годах партия и правительство принимали специальные постановления. В результате площадь лесных полос, защищающих поля, к 1975 году составила в СССР около 1,3 миллиона гектаров, их посадка продолжается.

Наиболее полно водорегулирующее и противоэрозионное влияние лесных полос проявляется, когда они расположены поперек стока воды (по горизонталям местности), без этого нельзя построить эффективной противоэрозионной защиты. Накоплен богатый опыт создания по такому принципу системы лесных полос не только во многих отдельных хозяйствах, но и в целых районах. В Грибановском районе Воронежской области в короткий срок практически завершена посадка полезащитных водорегулирующих, приовражно-балочных лесополос, продолжаются работы по сплошному облесению песчаных и разрушенных эрозией земель. Более 8 тысяч гектаров склоновых земель переведено на почвозащитную систему земледелия. Границы участков на склонах закреплены лесными полосами, регулирующими сток воды. За последние пять лет урожайность культур в этом районе выросла и стала выше, чем в соседнем районе, где такие же работы ведутся не столь интенсивно. Особенно это заметно в засушливые годы.

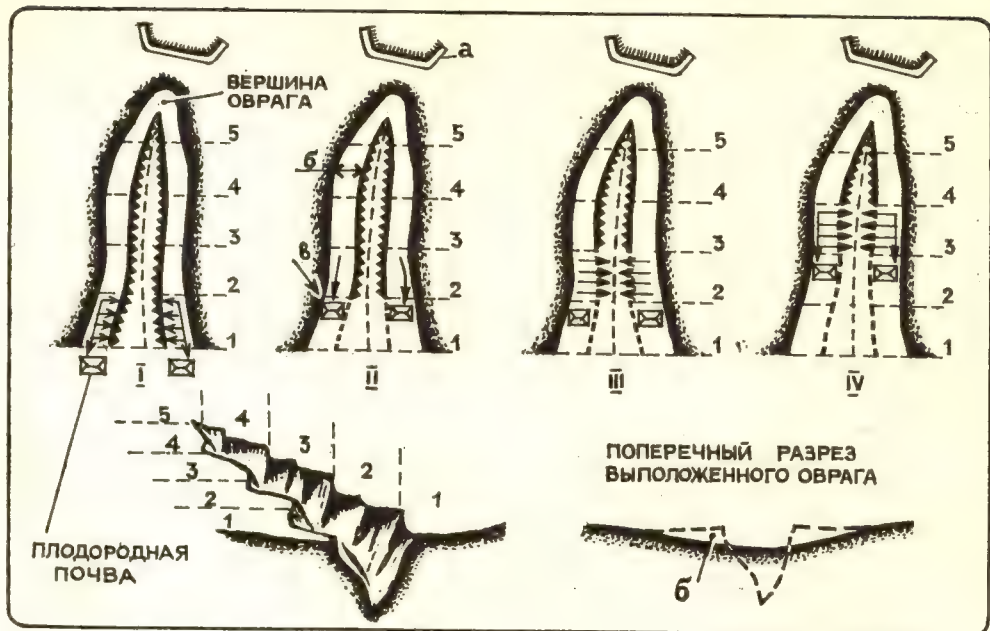
Как показывает практика противоэрозионных работ, в условиях сложного «гофрированного» рельефа без гидротехнических сооружений обойтись практически нельзя.

Интересен опыт многих хозяйств Украинны, где широко применяется создание на пашне земляных валов-террас. Скажем, в колхозе «Заповит Ильича» Киевской области большие водосборы разделили такими валами на ряд меньших, то есть провели коренную переделку рельефа.



В приовражной части склона для предупреждения интенсивного роста оврагов сооружают водозадерживающие валы (вверху). Они задерживают паводковые и дождевые воды у вершин оврагов. Их сооружают по специальному проекту. В определенных условиях валы создают на межовражных участках. Если вершина оврага имеет небольшую водосборную площадь, а склон пологий, овраг обводит водоотводящим валом (внизу).





В 1977 году здесь было завершено строительство валов-террас на площади 60 гектаров, и в скором времени их площадь будет доведена до 888. Сток воды, не задержанной на полях, сбрасывается в систему противозерозионных прудов. Вода затем используется для орошения. Особенно важным при создании валов-террас является то, что их можно полностью использовать под посев различных культур.

Во многих случаях, чтобы отвести внешние и паводковые воды, около вершин оврагов строят водозадерживающие и водоотводящие земляные валы. Только в Курской области после 1965 года создано 1340 таких сооружений общей протяженностью 176 километров. Раньше валы создавались на пашне, сейчас, чтобы экономить землю, их стали строить ниже вершины оврага, на межовражных выступках склонов.

Да, мы можем, проведя весь комплекс противозерозионных мероприятий, задерживать значительное количество талых и дождевых вод. Но пока мы не знаем, как это отразится на кругообороте воды на данном участке водосбора, речном бассейне, ландшафте в целом. Чтобы решить все вопросы водного баланса, требуются детальные эксперименты на больших территориях, различающихся по своим условиям.

В мировой практике известны глобальные научные эксперименты, проведенные с целью сбалансированного развития всех природных ресурсов (вод, почв, лесов и т. д.) на крупном речном бассейне. Например, такой эксперимент был начат в

В комплекс противозерозионных мероприятий входит один из приемов коренной мелиорации земель — выположивание оврагов и заравнивание промоин. Суть этой работы заключается в срезании и перемещении грунта в овраг до тех пор, пока не появляется возможность создать на этом месте луг или поле.

Для предотвращения вторичных размывов выположенных оврагов у их вершин до начала работ строятся водозадерживающие или водоотводящие (а) валы. Овраг разбивают на участки (1—5). Работы начинаются с устья оврага. Грунт полосы среза (б) перемещается непосредственно в овраг под прямым углом с обеих сторон. Затем на втором участке срезается верхний плодородный слой (в) и перемещается на территорию первого рабочего участка. Здесь он разравнивается. Непогодный слой второго участка сваливается в овраг и так далее, до самой вершины оврага.

Такая технология заполнения оврагов позволяет возвратить в сельскохозяйственное пользование бросовые земли и сохранить максимум плодородного слоя почвы.

1933 году в долине реки Тенесси в США.

Аналогичный эксперимент проводится сейчас на территории Курской области — на шести бассейнах малых рек с площадью водосборов от 8 до 40 квадратных километров. Эксперимент еще далек от завершения.

Чем глубже мы вникаем в суть проблемы защиты почв от эрозии, тем больше убеждаемся в ее сложности, громадной государственной значимости и безотлагательности ее решения. И каждый человек-землепользователь должен помнить, что земля — это бесценное богатство, дарованное природой, и мы обязаны бережно относиться к ней, умножать ее плодородие, передать в наследство будущим поколениям еще лучше и прекраснее.



# НА ТРАССЕ РЕГУЛЯРНОГО ДВИЖЕНИЯ

Одно из наиболее значительных достижений, связанных с полетом станции «Салют-6», — высокая надежность самой этой двадцатитонной космической машины и ее систем, а также надежность всей системы использования станции в качестве долговременной орбитальной лаборатории. Станция находится на околоземной орбите около четырех лет, за это время на ее борту побывали 16 экипажей, в том числе 8 интернациональных, и станции причаливали 12 транспортных автоматов, доставивших на борт многие тонны грузов, и 16 транспортных пилотируемых кораблей, доставлявших на борт экипажи и впоследствии надежно возвращавших их на Землю. Всего же аппараты, стыковавшиеся со станцией «Салют-6», выполнили 48 рейсов по маршрутам «Земля — Станция» или «Станция — Земля».

На борту станции «Салют-6» был выполнен огромный объем исследований в самых разных областях науки.

Во многих случаях успешное проведение работ определялось возможностью длительного пребывания на борту квалифицированных специалистов — в период с декабря 1977 года по ноябрь 1980 года на станции работали четыре долговременные экспедиции длительностью 96, 140, 175 и 185 суток.

13 марта 1981 года транспортный корабль «Союз Т-4» доставил на борт станции «Салют-6» участников пятой долговременной экспедиции — командира корабля летчика-космонавта СССР Владимира Коваленко и бортинженера Виктора Савиных (снимок сверху). За полтора месяца до этого и станции, как обычно, со стороны агрегатного отсека пристыковался транспортный корабль «Прогресс-12», разгрузка которого стала одной из первых крупных работ экипажа космического комплекса «Салют-6» — «Союз Т-4» — «Прогресс-12». Одновременно проводилась расконсервация систем, а также ремонтно-профилактические работы, в частности замена блока управления ориентацией солнечных батарей, замена насоса откачки конденсата в системе терморегулирования, замер параметров электрических цепей комплекса и устранение выявленных неполадок. С



помощью двигателей транспортного корабля «Прогресс-12» была скорректирована орбита станции. После завершения программы совместного полета «грузовик» вышел из состава комплекса и по команде с Земли вошел в плотные слои атмосферы.

В программу научных исследований, выполненных экипажем, входили работы с аппаратурой, уже имевшейся на станции, а также доставленной на борт транспортным кораблем. Через 10 дней после прибытия космонавтов на станцию, к ним на корабле «Союз-39» прибыла первая экспедиция посещения — командир корабля летчик-космонавт СССР Владимир Джанибеков и космонавт-исследователь, гражданин Монгольской Народной Республики Жугдэрэмидин Гуррагча (первый снимок внизу).

Совместный полет четы-

рех космонавтов на борту комплекса продолжался неделю, в течение которой выполнялась обширная научная программа, включавшая, в частности, советско-монгольские эксперименты «Эрдэнэт» и «Алтай-2», в процессе которых изучались некоторые тонкие механизмы поведения примесей в твердых и жидких веществах. Выполнен программу полета, в. Джанибеков и Ж. Гуррагча 30 марта на корабле «Союз-39» благополучно вернулись на Землю.

Следующая экспедиция посещения состоялась примерно через полтора месяца. На корабле «Союз-40», его командир Леонид Попов и космонавт-исследователь гражданин Румынской Социалистической Республики Думитру Прунариу были на «Салют-6» 16 мая. Это был девятый пилотируемый полет программы «Интеркосмос» с участием космонавтов социалистических стран.

Участники экспедиции, как обычно, вели на борту станции исследовательскую работу, выполняя, в частности, эксперименты, подготовленные советскими и румынскими учеными. В числе других был эксперимент «Напилиляр», направленный на получение в условиях микрогравитации кристаллов с заданной конфигурацией.

Л. Попов и Д. Прунариу вернулись на Землю 23 мая. Через четыре дня, завершив свой 75-суточный полет и выполнив большой объем научных и технических работ, на корабле «Союз Т-4», возвратились с орбиты В. Коваленко и В. Савиных, который, кстати, оказался «юбилейным космонавтом» — сотым жителем Земли, стартовавшим в космос.

Три последних полета подтвердили вывод, сделанный во время предыдущих долговременных экспедиций на станцию «Салют-6»: не только в наземных условиях, не только на заводе-изготовителе, но и непосредственно на орбите можно дооснащать, ремонтировать, модернизировать сложную космическую технику и научную аппаратуру, обеспечивая ее надежную длительную работу и таким образом резко улучшая экономические показатели долговременных орбитальных лабораторий.





# ВЛАСТЬ НАД ГЕНОМ

О ЧЕРКИ О ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

Двадцатый век избаловал нас успехами науки и техники. Наши предки, жившие в девятнадцатом, наверное, керосиновую лампу восприняли как чудо, мы же воспринимаем космическую ракету как должное. Вдумайтесь хотя бы в такой факт: на протяжении того поколения, к которому относится автор данных очерков, люди расщепили атом, вышли в космос и создали электронно-вычислительные машины. Не говорю уже о таких изобретениях, как радиолокаторы и лазеры, цветное телевидение и реактивные самолеты, полимерные материалы и антибиотики... А ведь мое поколение еще не собирается выходить на пенсию.

Темпы научно-технической революции привели к тому, что мы перестали чему-либо удивляться. В полной мере это относится к той отрасли молекулярной генетики и химии нуклеиновых кислот, которая получила название «генная инженерия». Нельзя сказать, чтобы о ней не писали. Пишут много, порой даже чересчур восторженно. Но вряд ли даже самый проницательный читатель отдаст себе отчет в том, что произошло в молекулярной биологии за период меньший, чем десятилетие (примерно с 1976 года). Это критический, этапный период. После таких временных интервалов, ничтожных по сравнению с продолжительностью земной цивилизации, жизнь наша принципиально не меняется. В лучшую или худшую сторону — это зависит от воли людей. Но такой, как раньше, она никогда уже не будет.

Что же случилось в последние пять-шесть лет? А то, что наши познания в молекулярной генетике достигли такого уровня, за которым следует широкое применение их в практической деятельности. Открытия накапливались начиная с 1953 года, казалось бы, исподволь, а затем сразу — резкий скачок. Количество переходит в качество, единичные эксперименты становятся достоянием массовой технологии. Все это тем более поразительно, что самые осведомленные и проницательные люди не могли этого предвидеть.

В самом деле, что значит получить власть над геном? Это означает комплексное решение нескольких необычайно сложных проблем. Нужно было научиться выделять гены, которые нас интересуют, из множества других, расшифровывать их строение, «читать» нуклеотидные последо-

вательности составляющих гены нуклеиновых кислот, размножать нужные нам гены в сотнях тысяч и миллионах экземпляров, вставлять нужные гены в геномы других организмов, да так, чтобы они в чужом окружении работали (ведь для практики необходим, как правило не сам ген, а кодируемый им белок), наконец, синтезировать по желанию нужные гены, которые нельзя обнаружить в природе.

Трудности на этом пути казались непреодолимыми. Попробуем их представить из следующего примера.

Строение ДНК все мы знаем из школьного курса. Это полимер, состоящий из нуклеотидов, соединенных остатками фосфорной кислоты  $H_3PO_4$ . Нуклеотидов 4 — аденин и гуанин (пурины) и цитозин и тимин (пиримидины). Две цепочки нуклеотидов соединяются водородными связями — аденин с тиминном и гуанин с цитозинном. Так возникает знаменитая двойная спираль ДНК. А вот все ли представляют длину этих молекул! Напомню: общая длина молекул ДНК в спермии или яйцеклетке человека — около 180 сантиметров! (Когда я как-то привел эту величину в популярной статье, редактор поставил на полях знак вопроса и исправил на 180 миллиметров. Он не учел, что размеры спермия измеряются микронами и 180 миллиметров выглядят столь же фантастично.) Эти длиннейшие нити упакованы так экономно, что хорошо умещаются в клеточном ядре.

Выделение ДНК начинается с довольно простой процедуры — лизиса, то есть разрушения клеток и клеточных ядер. С этой целью к суспензии клеток добавляют раствор фермента проназы и поверхностно-активные вещества (детергенты), разрушающие стенки клеток — мембраны. Сколько раз я наблюдал этот процесс, но всегда поражался тому, как мутноватая, легко подвижная жидкость в стакане или колбе внезапно превращается в прозрачный вязкий клей, почти студень — это длиннейшие нитевидные молекулы ДНК выходят в раствор из лопнувших ядер. Осажденная затем спиртом ДНК выпадает рыхлыми беловатыми волокнами, которые можно вынуть из стакана, наматывая на стеклянную палочку.

Конечно, так мы не получим длинных, до десятков сантиметров, молекул ДНК. Они рвутся в случайных местах при ма-

Так схематично изображают строение ДНК. В центре рисунка дана химическая структура составляющих ее нуклеотидов — аденина, гуанина, цитозина и тимина.

лейшей попытке перемешать раствор. Этому процессу разрушения способствуют и вездесущие ферменты нуклеазы, рвущие ДНК, они находятся в клетках, и избавиться от них чрезвычайно трудно.

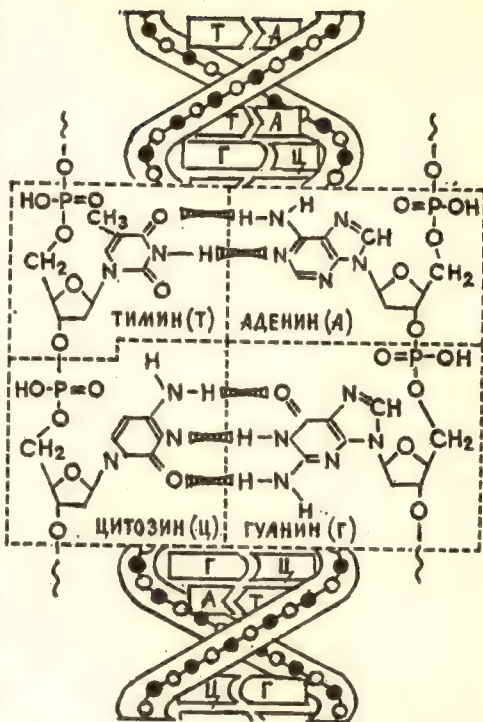
И вот теперь задача: в этой безнадежно перемешанной каше обломков молекул найти и выловить нужный исследователю ген. Представьте полное академическое собрание сочинений Пушкина, изданное тиражом в сотни миллионов экземпляров (с таким количеством исходных клеток обычно имеют дело молекулярные биологи). Весь тираж при этом напечатан в одну строчку на телеграфной ленте и перемешан в огромный ворох, который непрерывно перелопачивают (имитация теплового движения молекул в растворе), а стая жизнерадостных обезьян (это аналог ферментов — нуклеаз) рвет ленту, где им это понравится. Теперь представьте, что, не прикасаясь руками и не видя текста, с расстояния пятидесяти метров надо из этой кучи выбрать все ленты, на которых отпечатан, например, «Анчар» или первая глава «Евгения Онегина».

Вот примерно какого рода задача стояла перед генетиками на первых порах, если даже не потруднее, хотя бы потому, что информация, закодированная в геноме человека, будь она напечатана в книгах, составила бы библиотеку в полторы-две тысячи томов.

Поэтому нет ничего удивительного, что еще десять—пятнадцать лет назад прогнозы были довольно пессимистическими. В 1968 году классик в области изучения ДНК Э. Чаргафф писал: «Мы можем поэтому оставить задачу чтения полной нуклеотидной последовательности ДНК XXI веку».

Любопытная параллель с атомной энергией: в предвоенные годы такие титаны, как Эйнштейн и Резерфорд, зная, что в атомном ядре скрываются огромные силы, согласно говорили о возможности овладеть ими лишь в очень отдаленном будущем. На деле вышло иначе. Думаю, физики не очень обидятся, если скажу, что им просто повезло. Вся атомная индустрия основана сейчас на цепной реакции деления ядер тяжелых элементов. Все реакторы и атомные бомбы (да и водородные, в которых уран или плутоний служат «запалом») возможны лишь потому, что при делении ядра урана из него вылетает более чем один нейтрон (точнее, в среднем два с половиной). Открытие Хана и Штрассмана — неожиданный подарок судьбы, который на разделенной границами планете может оказаться подарком дьявола, если разум не возьмет верх над безумием. Вот в проблеме управляемого термоядерного синтеза физики таких подарков не получили. Но она и не решена до сих пор.

Несправедливо поэтому упрекать Эйнштейна и Резерфорда в недалекости. Они строили свои прогнозы как ученые, а не как фантасты, не учитывая неожиданных,



непредсказуемых открытий. По той же причине ошибся в сроках Эрвин Чаргафф.

Что же было подарком для генных инженеров? По иронии судьбы, им оказались те нуклеазы, которые я сравнил с шаловливыми обезьянами.

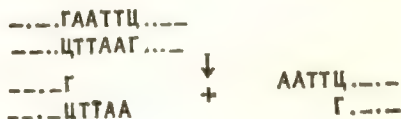
Описано уже множество ферментов, разрывающих связи между нуклеотидами в ДНК — этими «буквами» генетического текста. Одни из них откусывают нуклеотид за нуклеотидом с конца молекулы (экзонуклеазы), другие рвут нить ДНК в середине (эндонуклеазы). Основным источником нуклеаз — бактерии (хотя порой их выделяют и из довольно неожиданных источников, например, из молок семги или из змеиного яда). Уже давно были описаны загадочные случаи, когда бактериальные клетки «узнавали» свою ДНК, но беспощадно разрушали чужую. Более того, содержащиеся в бактериях ферменты-нуклеазы различают ДНК бактериофага, паразитирующего в клетках этих бактерий, и чужого фага. Первую они не трогают, вторую расщепляют. Это явление назвали рестрикцией, ограничением.

Сначала были изучены эндонуклеазы довольно высокого молекулярного веса (300—400 тысяч дальтон), которые связываются с определенной, специфичной для каждого белка нуклеотидной последовательностью, но расщепляют прилегающие к ней участки. Но гораздо более интересными оказались эндонуклеазы другой разновидности — невысокого молекуляр-



ного веса и удивительной специфичности действия.

За последние десять лет выявлено уже около двухсот эндонуклеаз, разрезающих двойную нить ДНК в строго определенных местах. Каждая как бы «узнает» место атаки — только для нее уязвимую последовательность нуклеотидов. Их назвали рестриктазами. Вот как работает одна из самых известных — рестриктаза *EcoRI* (читается Экор-один). Напомним, что нить ДНК двойная, аденину в одной цепи соответствует тимин в другой, а гуанину — цитозин.



Для краткости обычно приводят только одну последовательность. Так, участок, атакуемый *EcoRI*, изображается так: G↓AATTC. Стрелка указывает место, по которому рвется фосфодиэфирная связь между нуклеотидами.

Другая рестриктаза, как и первая выделенная из кишечной палочки Эшерихия коли (*EcoRII*), узнает иную последователь-

ность: A↓TCC—GG. Это значит, что она рвет

ДНК перед первым цитозином, а третий нуклеотид может быть или аденином или же тиминном.

Из примера с рестриктазой *EcoRI* видно, что при разрыве ДНК образуются фрагменты с одонитчатыми участками на концах — один с последовательностью TТАА, другой — ААТТ. Такие концы называют «липкими». Действительно, если мы оставим на время раствор фрагментов, полученных с помощью рестриктазы, эти фрагменты как бы слипаются, восстанавливая прежнюю структуру. Между комплементарными, соответствующими друг другу концами образуются водородные связи, соединяющие А с Т и Т с А.

Липкие концы также оказались для генных инженеров «приятной неожиданностью». Ведь таким способом можно соединять отрезки ДНК, полученные из разных источников, комбинировать разные гены в одной длинной молекуле. Водородные связи, правда, неустойчивы и легко разрываются при повышении температуры или подщелачивании раствора ДНК. Однако этого можно избежать, если мы обрабатываем слипшиеся фрагменты другим ферментом, получившим название полинуклеотидлигазы, или просто лигазы. Лигаза в природных условиях сшивает последовательности ДНК, разорванные жесткой радиацией, это один из восстанавливающих, репарирующих ферментов (о репарации я писал в журнале «Наука и жизнь» № 6, 1980 г.). Выделенная в чистом виде лигаза стала необходимым инструментом генных инженеров, которые, как и портные, должны уметь не только кроить и пороть, но и сметывать.

А если необходимо соединить фрагменты без липких концов? Такие концы, без одонитчатого участка, называют тупыми. Они возникают не только от гидродинамических воздействий (ДНК, как стальная лента, может изгибаться при достаточно большой протяженности, но ломается, если резко изогнуть ее). Известно уже немало рестриктаз, образующих фрагменты с тупыми концами. Примером может быть рестриктаза *Hae III*, рвущая последовательность GG↓CC.

Для таких случаев специально был разработан прием, когда к тупому концу пришивают лигазой одонитчатую, липкую цепь нуклеотидов, а к другому фрагменту — комплементарную ей. Например, к фрагменту 1 пришивают участок АААА, а к фрагменту 2 — ТТТТ, а затем смешивают их растворы. В результате хаотического теплового движения липкие концы находят друг друга и соединяются водородными связями, затем в ход пускается лигаза.

Но это лишняя операция, усложняющая и без того кропотливый процесс. Поэтому исследователи с восторгом приняли весть о том, что нашлась лигаза, соединяющая тупые концы. Этот фермент синтезирует бактериофаг T4 — хорошо известный паразит бактерии кишечной палочки. Чтобы его получить, нужно размножить в культуре бактерий как можно больше фагов, а затем выделить нужный нам белок из разрушенных бактериальных клеток.

Таким образом, комбинируя различные рестриктазы и лигазы, мы можем разрезать нить ДНК практически в любом месте и сшить ее также в любом месте.

А если по какой-либо причине исследователям понадобится удалить липкий конец у фрагмента ДНК, так сказать, «затупить» его? Нашелся фермент и на этот случай — нуклеаза S<sub>1</sub>. Этот чудодейственный белок расщепляет одонитчатые последовательности не только ДНК, но и другой нуклеиновой кислоты — РНК, не трогая двунитчатых.

Но мы отвлеклись от рестриктаз. Среди них есть еще более удивительные. Некоторые, например, узнают нужное им место (так называемый сайт рекогниции), но режут ДНК не в этом месте, а отступя от него на пять или десять нуклеотидных оснований. Другие узнают так называемые метилированные основания, то есть А и Ц, к которым присоединена метильная группа — CH<sub>3</sub>. А ведь есть все основания считать, что метилированные основания играют роль знаков препинания в нуклеотидном тексте. Третий, найдя свой сайт рекогниции, начинают резать вслед за ним ДНК на отдельные звенья, подобно нуклеазе S<sub>1</sub>. Уже подмечено, что некоторые рестриктазы, отличающиеся и по физико-химическим свойствам и выделяемые из разных бактерий, могут тем не менее узнавать и расщеплять одинаковые последовательности нуклеотидов. Их называют изоизомерами.

Какие сюрпризы нам еще принесут нуклеазы, трудно сказать. Новые нуклеазы выделяют буквально по нескольку

штук каждый месяц, и каждая может послужить важным инструментом в работе с генами. Нисчерпаемым источником этих чудодейственных белков являются бактерии.

Что делают рестриктазы в клетках бактерий? Не все функции их выяснены. Часть из них, несомненно, защищает бактериальную клетку от проникновения чужеродной ДНК, разрушая ее, другие, возможно, играют какую-то роль в восстановлении (репарации) поврежденных бактериальной хромосомы, удаляя из нее дефектные участки (не для генетиков же они существуют!).

Сразу после открытия первых рестриктаз молекулярные биологи поняли, какой клад попал им в руки, и, не дожидаясь, пока производство их будет налажено промышленностью, стали выделять их сами. Эта процедура не столько сложная, сколько кропотливая. Ведь для этого нужно вырастить большое количество бактерий, разрушить их клетки и выделить из них белок с требуемой активностью, причем очистить его от других нуклеаз, иначе результаты получатся неоднозначные. Однако цель оправдывала средства. Вместо хаотически ломаных кусков ДНК исследователи получали смесь фрагментов, разрезанных в строго определенных местах. Конечно, рестриктаза фрагментирует ДНК, не вникая в ее смысл, так что начало одного гена может оказаться в одном фрагменте, а конец в другом. Но, оперируя набором разных рестриктаз, мы можем с высокой долей вероятности получить и такие последовательности, в которые укладывается один, индивидуальный ген.

Эта героическая пора генной инженерии кончилась довольно быстро, и целый ряд фирм перешел к выпуску чистых препаратов рестриктаз (а также лигаз и других ферментов, необходимых для манипуляций с нуклеиновыми кислотами).

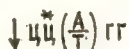
В связи с этим хотелось бы сделать одно замечание. Журналисты, побывавшие в лабораториях, где ведутся работы по генной инженерии, часто умиляются кажущейся простотой оборудования. Действительно, по сравнению с физическими лабораториями — резкий контраст: вместо, например, громадных синхрофазотронов — штативы с пробирками.

На самом же деле далеко не так все просто. Современная биологическая лаборатория высокого класса насыщена разнообразной электронной и прочей машинерией не менее, чем физическая. Высокооборотные центрифуги с вакуумом и охлаждением, аппараты для электрофореза, автоматические счетчики радиоактивности с программным управлением. Список этот легко продолжить. В принципе можно обойтись без части оборудования, но ценой самого дорогого — времени. Экономия здесь оказывается худшим видом расточительства.

Но главное даже не в этом. Получение ферментов, необходимых для работы (тех

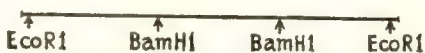
же рестриктаз), немыслимо без развитой микробиологической и химической промышленности самого высокого уровня. Хорошо еще, что ферменты — реактивы чрезвычайно активные и, допустим, пяти-сот миллиграммов рестриктазы хватит усердно работающей группе на год. Ведь сверхчистый фермент много дороже золота, если оценивать по весу. Наконец, для генной инженерии совершенно необходимы многие соединения, меченные радиоактивными изотопами — фосфором, углеродом, тритием, причем активность их должна быть весьма высока — порядка сотен тысяч импульсов в минуту. Значит, требуются и ядерные реакторы и радиохимические лаборатории для синтеза меченых органических соединений. Так что простота методов генной инженерии только кажущаяся. Как и везде, здесь ничто не дается даром. Наука никогда еще не стояла дороже, чем сейчас, но зато и никогда не приносила раньше столь фантастических результатов...

Название новой рестриктазы образуется из слогов родового и видового названия организма-продуцента. Если из него выделено несколько рестриктаз, они дополнительно нумеруются латинскими цифрами. Например, уже известная нам EcoRI выделена из кишечной палочки Эшерихия коли штамма RV13 первой по счету. Есть и EcoRII, выделенная из штамма R245. Она расщепляет ДНК по-другому, ее сайт рекогниции:



Звездочка над вторым по счету Ц означает, что он метилирован (метилцитозин), а третий нуклеотид может быть аденином или тиминном. А ведь есть еще и EcoB, EcoK, EcoPI, EcoP15 и многие другие. Характеристика вновь выделенной эндонуклеазы начинается, как правило, с того, что ею обрабатывают ДНК с уже известной последовательностью, например, ДНК фага  $\lambda$  (лямбда) и определяют, на сколько фрагментов (рестриктов) она разрезается. Та же EcoRI разрезает кольцевую ДНК фага в пяти местах, а другая, ALuI, дает более пятидесяти рестриктов! Это означает, что в ДНК фага пять раз повторяется сочетание ГААТТЦ и более пятидесяти — АГЦТ (этот сайт режется пополам вторым ферментом).

И наоборот, исследуя какую-нибудь вновь выделенную последовательность, прежде всего смотрят, на сколько частей она разрезается уже известными рестриктазами, и на основе этого строят карту. Вот как выглядит, например, участок ДНК шпорцевой лягушки, в котором закодированы гены ее рибосомной РНК:



Из этого следует, что в середине фрагмента дважды повторяется последовательность Г↓ГАТЦЦ, так как этот сайт расщепляется рестриктазой BamHI.

Раз уж мы заговорили о карте, надо ска-



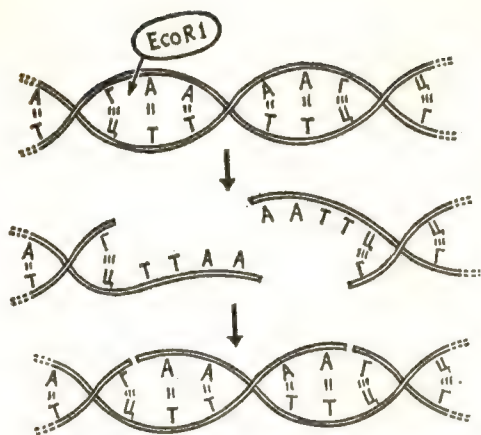


Рисунок показывает, как одна из рестриктаз разрезает ДНК в строго определенном месте, образуя при этом липкие концы. Через некоторое время фрагменты ДНК соединяются.

зать и о том, как на ней измеряются расстояния. Так как средний ген может содержать тысячи нуклеотидных оснований, за единицу принята тысяча пар оснований двойной спирали.

**М**ы незаметно забежали вперед. Ведь нарезать ДНК на одинаковые рестрикты даже еще не полдела. Нужный нам ген все еще остается в ворохе тысяч и десятков тысяч других. И что толку в том, что мы знаем, с каких нуклеотидов начинаются и какими кончаются полученные фрагменты!

Полученную смесь рестриктов надо каким-то образом расфракционировать. Положение осложняется тем, что многие гены находятся в ядре в единственном числе, среди особо важных последовательностей таковых большинство. Значит, их нужно как-то размножить, чтобы иметь их, как говорят исследователи, в препаративном количестве (хотя бы тысячные доли миллиграмма). Только тогда можно приступить к «чтению», расшифровке последовательности нуклеотидов.

Природа здесь не пошла молекулярным генетикам навстречу. Правда, есть исключения. Гены рибосомной РНК представлены в геномах организмов сотнями копий, кроме того, у большинства высших организмов они обогащены парами ГЦ и имеют большую удельную плотность, чем суммарная ДНК. Поэтому их довольно легко разделить методом так называемого градиентного центрифугирования.

Для этой цели фрагментированную ДНК растворяют в концентрированном растворе тяжелой соли — хлористого цезия или

сульфата цезия, а затем откручивают на высокооборотной центрифуге. При этом создается гравитация, в сотню раз превышающая нормальную земную. Концентрация соли от этого изменяется от дна пробирки к мениску жидкости в ней, так как тяжелый цезий оседает. Возникает градиент плотности, в котором распределяются фрагменты ДНК разного удельного веса, как говорили раньше. Относительно более легкие, с преобладанием АТ-пар, будут всплывать, пока не достигнут слоя со своей плотностью, так же как воздушный шар взлетает вверх, пока его средняя удельная плотность не сравняется с плотностью атмосферы на высоте. Наоборот, обогащенные ГЦ-парами фрагменты, в том числе рибосомные гены, будут тонуть, образуя слой у дна. После примерно двух суток работы центрифуги ее останавливают, пластиковую пробирку с раствором вынимают из ротора и прокалывают иглой шприца ее дно. Затем остается раскатать содержимое по пробиркам и отделить фракцию, в которой, как мы полагаем, находятся искомые гены.

В последнее время разработан еще более хитроумный способ, который можно было бы назвать «ловля генов на живца». Например, ген, кодирующий синтез рибосомной РНК, можно выловить из смеси рестриктов, используя в качестве «живца» саму рибосомную РНК. Для этой цели выделенную из клеток РНК фиксируют на твердом носителе: пористом стекле, обработанном соответствующим образом, или же на зернах пористой пластмассы. Таким носителем с «пришитой» к нему РНК наполняют колонку, через которую медленно прокапывают раствор фрагментированной ДНК. Отрезки ДНК перед этим прогревают, отчего двойные спирали распадаются на половинки. Смысловые цепи ДНК, кодирующие рибосомную РНК, встречаются с РНК, закрепленной на носителе, и образуют с ней гибридные дуплексы ДНК-РНК, то есть остаются в колонке. Затем колонку промывают от неприсоединившейся ДНК и повышением температуры снимают чистые рибосомные гены «с крючка». Так как гены рибосомной РНК очень консервативны, в качестве «живца» можно использовать РНК, выделенную из представителей другого отряда, а то и класса организмов.

Метод очень изящный, но таким путем мы получаем лишь одностратные последовательности ДНК, смысловые нити без комплементарных им. Описано еще несколько методов выделения нужных генов, порой весьма остроумных. К некоторым из них мы еще вернемся. К сожалению, все они имеют в генной инженерии ограниченное применение.

Логика работы, однако, требовала универсального метода фракционирования и, если возможно, размножения отрезков ДНК. Этот метод должен был быть пригодным для выделения в чистом виде любой нуклеотидной последовательности ДНК.

(Продолжение следует).

# ЗАМЕТКИ О СОВЕТСКОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Качество отливок при литье в разовые песчаные формы во многом определяется подбором состава формовочной смеси, то есть соотношения в ней песчано-глинистых и высокоогнеупорных материалов, связующих и других добавок. При этом очень важна степень увлажнения смеси. Ведь именно от этого зависит ее формуемость, то есть способность хорошо заполнять форму и надежно сохранять контуры будущей отливки.

Созданием системы, которая могла бы автоматически регулировать формуемость смеси, занялись ученые одной из лабораторий Киевского института автоматики имени XXV съезда КПСС. Изучение проблемы показало, что проще контролировать не влажность смеси, а ее формуемость и использовать этот показатель для регулирования количества воды, подаваемой в готовящуюся смесь.

Для этой цели был сконструирован вибродатчик, определяющий степень формуемости смеси. Он представляет собой электромагнитный вибропитатель, на лотке которого две щели разной ширины. Под щелями находится вибрирующий сборный желоб с двумя боковыми отверстиями, против которых размещены фотодатчики с осветителями. Пробы литейной земли, отобранные из смесителя, где идет ее приготовление, поступают в датчик формуемости.

Принцип действия системы основан на способности формовочной смеси просеиваться через щель определенного размера. Сухая смесь — мелкозернистая. Поэтому, проходя по лотку

датчика, вся она просыпается через первую, узкую щель в нижний желоб, наполняет его до определенной высоты и движется по нему дальше. Ее уровень перекрывает оба отверстия и прерывает этим освещение обоих фотодатчиков. В результате срабатывает аппаратура, открывающая клапаны грубого и тонкого дозирования воды, подаваемой в смеситель.

С повышением влажности смесь становится комковатой и уже просеивается только через вторую — более широкую щель. Поэтому слой смеси в нижнем желобе становится меньше по высоте и открывает первое отверстие в стенке желоба. Через это отверстие луч света попадает на первый фотодатчик. Он срабатывает и закрывает клапан грубого дозирования воды. Теперь в более увлажненную смесь поступает намного меньше воды — только через клапан точного дозирования.

Когда же смесь доувлажняется и достигнет требуемых параметров формуемости, она перестанет просыпаться и через вторую щель лотка. Сработает второй фотодатчик и закроет клапан точного дозирования. Подача воды в смеситель прекратится.

Регулируя размеры щелей, устанавливают требуемый оптимум формуемости, а значит, и процент влажности смеси. Его и поддерживает непрерывно

созданная киевскими учеными система автоматического регулирования формуемости смеси — САРФ — с точностью  $\pm 0,3$  процента.

Авторы системы усовершенствовали свои первые регуляторы формуемости. Теперь они учитывают степень просыхания смеси на 70—100-метровом пути ее от смесителей до формовочных автоматов. Это необходимо, так как в смеситель поступает и обратная земля, удаленная из форм после отливки. В зависимости от ее температуры термокомпенсатор задает частоту вибрации датчика формуемости. Это и обеспечивает требуемую влажность смеси на подходе к автоматам, изготавливающим литейные формы.

Особенно эффективны САРФы для предприятий с крупными литейными цехами. Так, четыре системы киевских ученых успешно работают на ЗиЛе, по три — на Уральском автомобильном и Мелитопольском моторостроительном заводах. Сейчас завершается изготовление двенадцати САРФов для КамАЗа. Три системы отправлены юго-славским литейщикам. А всего уже выпущено более пятидесяти САРФов. Экономический эффект от внедрения одной системы — около 50 тысяч рублей в год при сроке окупаемости менее трех месяцев.

Инженер  
С. АНДРИЕВСКИЙ.

### ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Практическая стилистика

#### «ИСПРАВЛЕННОМУ ВЕРИТЬ...»

Закончите предложения, объясните возможные варианты и ошибки:

1. Он поступил сообразно... [сложившиеся обстоятельства].

2. Большой успех явился свидетельством... [мастерство актера].

Если хотите себя проверить, смотрите стр. 139.



## НА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕКРЕСТКАХ

Небольшая книжка Аркадия Удальцова вобрала в себя путевые впечатления и размышления автора, полученные при поездках по разным странам. Нет, это не зарисовки любознательного и беспечного туриста о шедеврах мировой культуры, экзотических городах и ландшафтах, неожиданных деталях чужого быта. Цель поездок, угол зрения и отсюда тема книги — животрепещущие проблемы экологии, охраны природы от воздействия вредных факторов производственной деятельности человека. Вот в этой связи фигурируют в книге и города, и ландшафты, и черты быта, и даже памятники культуры.

Вся природа планеты связана единными глобальными процессами, и потому защита окружающей человека среды не может быть «частным» делом отдельных городов, регионов, государств. Она должна стать предметом забот и болью каждого обитателя планеты.

Более всего заботит сейчас состояние атмосферного воздуха и водоемов в крупных промышленных городах. Огромные количества выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива в тепловых электростанциях и газовых отходов производственных предприятий, особенно химических, а также всевозрастающий поток твердых промышленных отходов и бытового мусора ставят перед городом вопросы, от которых невозможно отмахнуться. Решение их требует не только повседневных усилий, но значительных капитальных затрат. Во всем мире, в том числе в нашей стране, сейчас проектируются и строятся мощные очистные со-

оружения и комбинаты по переработке отходов, запрящаются промышленные стоки в городские водоемы. (Блистательный пример успешного решения этих вопросов являет Москва, на каждого жителя которой приходится в сутки около 700 литров чистой питьевой воды, а в главной водной артерии которой — Москве-реке — водится сейчас двадцать видов рыбы.)

Сжигание минерального топлива — это проблема загрязнения атмосферы и истощения природных ресурсов Земли одновременно. Еще недавно это давало повод утверждать неизбежность в ближайшие десятилетия энергетического голода на планете. Но вот пришла эра атомной энергетики, разговоры о естественном кризисе поутихли, но раздался голос о необходимости защищать природу и человека от угрозы, исходящей от атомных электростанций. Автор исследует этот вопрос на опыте нашей и зарубежных стран, обращаясь к авторитету крупных ученых, и убедительно доказывает, что ядерная энергия является наиболее чистой, практически не загрязняющей атмосферу. При этом подчеркивается, что опасность радиоактивного заражения местности, связанная с возможной аварией атомной станции, не более вероятна, чем раз в десять тысяч лет. Остается проблемой захоронение радиоактивных отходов, однако отходов этих в миллион раз меньше, чем золы на тепловых электростанциях. Многие ученые сходятся на том, что климат Земли последние десятилетия теплеет. И если это так, то основная причина этого — увеличение содержания в атмосфере двуокиси углерода, продукта обычных электростанций.

В мире существует разный подход к проблемам охраны окружающей среды. Одни призывают вообще не трогать природу: не строить гидроэлектростанций, не рубить леса, не уничтожать вредную живность. «Назад к природе!» — таков лозунг еще недавно популярных на Западе «алармистов». Дру-

гие призывают к разумному освоению природных ресурсов, добываясь «динамичного равновесия» в экономике и отдавая предпочтение возобновляемым источникам энергии — солнечным, ветровым, волновым, приливному. Третьи, их называют «экологическими пессимистами», считают, что вторгнуться в процесс все расширяющегося производства невозможно и единственный путь — постараться сохранить в первозданности хотя бы отдельные участки природы. На наш век, мол, хватит.

Так или иначе, но мир перестал уже спокойно взирать на пагубное обращение с природой и ищет пути как частных, так и глобальных решений этой проблемы. Автор, однако, обращает внимание на то, что многие беды с биосферой происходят от низкого уровня экологического образования людей. Нельзя ждать, что каждый человек вдруг поймет необходимость своего личного участия в благородной борьбе за сохранение и поддержание окружающей среды на необходимом уровне. Каждый частный поступок, каждое принятое в хозяйственной деятельности решение чреваты теми или иными последствиями для природы. Чтобы предупредить их, нужно экологическое образование на уровне никак не более низком, чем даются знания научно-технические.

Книга А. Удальцова построена своеобразно. Каждая из ее четырех глав поделена на две сходные по форме части. Первая из частей носит название «На экологических перекрестках» и содержит публицистический рассказ о постановке и решении проблемы в разных городах и странах. Вторая — «Диалоги с учеными», в которых автор основательно выпрашивает несколько крупных отечественных и зарубежных специалистов по животрепещущим вопросам проблемы. Надо сказать, что такая форма делает аргументацию и позицию автора особенно убедительной.

Иг. БУБНОВ.

А. Удальцов. Поезд надежды. Экологические меридианы и параллели. М. Политиздат, 1981.

# КАК ИЗМЕРИТЬ ВОЛОСОК В ШЕВЕЛЮРЕ ЭЛЕКТРОНА

Р. СВОРЕНЬ,  
специальный корреспондент  
журнала «Наука и жизнь».

Несмотря на все совершенство этого великолепного компьютера — человеческого мозга,—он все-таки не очень-то приспособлен для восприятия масштабов мира. Речь идет не о сфере нашего непосредственного обитания, не о житейском понятии «мир», объекты которого дом, скамья, ближайший лесок, речка, травинка, облака над головой. В мире этих масштабов человек сформировался и вырос, примерялся к ним миллионы лет. Они привычны для нас, эти масштабы, мы легко их воспринимаем, свободно оперируем ими в своем сознании и без труда воспроизводим на нашем внутреннем экране объекты как миллиметровой, так и километровой протяженности. Вот кусок дороги, уходящей за горизонт, в нем километров семь-восемь... Полуметровая стена, булавочная головка, нитка толщиной в несколько десятых долей миллиметра... Вполне ощутимые размеры...

Но попробуйте представить себе расстояние в тысячу или тем более в десять тысяч километров, скажем, железнодорожную линию Москва—Владивосток. Произнести слова «десять тысяч километров» или написать на бумаге «10 тыс. км» нетрудно, но как осмотреть мысленным взором этот отрезок, почувствовать его?.. Приходится прибегать к хитростям, к разного рода уловкам, проводить с самим собой непростую работу, пытаться обмануть естество, представить себе непредставимое. Вот одна из таких хитростей: вообразите, что мы мчимся в курьерском поезде из Москвы на Дальний Восток и неотлучно стоим у вагонного окна. Смотрим, как мелькают столбы, наплывают леса, как тянется за нами бесконечным шлейфом щебенчатая насыпь. Проходит десять минут, двадцать, полчаса — за это время поезд отмерил километров тридцать —

тридцать пять... Вы неотлучно — неотлучно! — томитесь у окна сутки, вторые, а отсчитаны всего лишь первые тысячи километров. И только после целой недели непрерывного общения с набегающим пространством полностью отмерена наконец эта огромная величина — десять тысяч километров.

Огромная? Но что же тогда сказать о расстоянии от Земли до Луны — в нем сорок отрезков Москва — Владивосток. Или о расстоянии до Солнца — это 150 миллионов километров, в 400 раз больше, чем до Луны. А эти солнечные миллионы километров — пустяк в сравнении с размерами Галактики. Если представить себе Галактику размером с азиатский континент, то круг, по которому Земля целый год со скоростью сто тысяч километров в час мчится вокруг Солнца, будет меньше буквы «о» на этой странице. Но и Галактика — всего лишь пылинки в бескрайних просторах космоса: если мысленно сжать видимую Вселенную так, чтобы курьерский поезд домчал нас к ее границам за неделю, то всю Галактику этот фантастический экспресс проскочит за несколько секунд.

Представить себе космические масштабы скорее всего невозможно, но представление о них иметь необходимо — по крайней мере этого требуют школьные программы, не говоря уже о простом человеческом любопытстве. И после некоторой эмоциональной подготовки, воспитывающей уважение к истинным размерам Большого Мира, воспользуемся короткими записями, например, такими: диаметр Земли — примерно  $1,2 \cdot 10^9$  см (в физической литературе наиболее популярная единица длины — сантиметр, это не очень обременительно, если расстояния или размеры записывают десяткой с показателем степени), расстояние от Земли до Солнца —  $1,5 \cdot 10^{13}$  см, размеры Солнечной системы —  $1,2 \cdot 10^{16}$  см, диаметр Галактики —  $10^{23}$  см, видимой Вселенной —  $10^{28}$  см. Это способ записи, так сказать, огромной взрывной силы, каждая цифра на верхнем этаже, в показателе степени легко ворочает целыми мирами — сменил, например, 20 на 2 и Галактика превратилась в велосипедное колесо.

А теперь, покинув необъятный космос, мы входим в Малый Мир, в микромир. Конечно же, и его истинные масштабы невозможно представить себе без ухищрений, без вспомогательных мысленных экспериментов.

Самая малая малость, которая еще видится нам, — это пылинки или тонкий волосок диаметром в десятую долю миллиметра, то есть  $10^{-4}$  см. Ну, а как быть с молекулой, с этой достаточно сложной конструкцией размером  $10^{-7}$  —  $10^{-8}$  см? Если увеличить яблоко так, чтобы его диаметр составил 10 тысяч километров (мы только что немало поработали, пытались проиллюстрировать эту огромную величину), то в этом яблочке можно будет увидеть молекулы — от сравнительно больших, размером с бильярдный шар, до маленьких, с пингпонговый мячик (гигантские молекулы биологических полимеров, в частности белков, из этой картины исключены). В молекулах можно будет различить атомы, истин-



ный размер которых около  $10^{-8}$  см, они окажутся величиной с горошину. А вот рассмотреть более мелкие детали материи нам уже не удастся: даже в гигантском, увеличенном чуть ли не до размеров земного шара яблоке они не видны. Дело в том, что атом, который видится нам горошиной, — конструкция ажурная, он в основном состоит из «воздуха», а его детали во много тысяч раз меньше объема, который занимает атом. В центре атома находится его «солнце» — ядро размером  $10^{-12}$  —  $10^{-13}$  см. Оно состоит из ядерных частиц — протонов и нейтронов размером порядка  $5 \cdot 10^{-14}$  см, а вокруг ядра, на расстояниях, в тысячи раз превышающих его размеры, вращаются микроскопические сгустки материи — электроны.

Чтобы увидеть детали атома, нашу горошину нужно увеличить как минимум еще в десять тысяч раз (при этом исходное яблоко уже дотянулось бы до Солнца), то есть довести ее до размеров футбольного поля. Вот теперь можно отыскать в центре атома-стадиона ядро размером с булавочную головку, а в нем крупинки сахара — нейтроны и протоны. О размерах электрона следовало бы поговорить особо, но для упрощения картины будем считать, что он в нашей модели тоже имеет размеры песчинки.

Все, что было рассказано до сих пор, — всего лишь присказка, призванная пояснить, что стоит за следующей короткой фразой: физики Московского государственного университета В. Брагинский, В. Панов и В. Папельник создают установку, которая будет измерять механические перемещения на  $10^{-18}$  см. Поперечное сечение атомного ядра и тем более ядерных частиц непосредственно никто не измерял, эти размеры получены путем вычислений из экспериментов, не имеющих прямого отношения к измерениям длины. А вот установка, о которой идет речь, должна измерять именно перемещение, именно изменение расстояний, причем во много тысяч раз меньшее, чем никем непосредственно не измеренный размер электрона. Чтобы проиллюстрировать подобную задачу, можно, как это часто делают в детских книжках, изобразить ядерные частицы такими шустрими кучерявыми мальчиками и отметить — предстоит замерить толщину волоска в шевелюре мальчика-электрона. Такая задача может показаться прожектерством, беспочвенной фантастикой, и поэтому сразу же сообщим: университетские физики уже измеряют перемещения около  $10^{-17}$  см, а это как минимум дырочка в пуговице на электроновом жилете.

А теперь о том, как это делается.

Есть единая победная стратегия, применяемая для самых разных тонких измерений. Измеряемую величину — длину, деформацию, массу, давление, интервал времени, температуру и т. п. — прежде всего отображают в электрическом сигнале, переводят, так сказать, на электрический язык. Ну, а дальше, используя виртуозные методы обработки электрических сигналов, освоенные радиоэлектроникой, вылавливают искомые

миллиградусы, микрограммы, нанометры или пикосекунды. В созданном университетскими физиками измерителе сверхмалых перемещений все основные процессы также происходят в электрических цепях, в электронных и радиотехнических элементах установки.

Один из возможных способов измерений иллюстрируется рисунком 1а на цветной вкладке, примыкающей к следующей странице. Деталь, перемещение которой нужно измерить, — это одна из пластины или иначе обкладок конденсатора  $C_x$ . Емкость конденсатора, как известно, зависит от расстояния между его обкладками (чем ближе друг к другу эти обкладки, тем при прочих равных условиях больше емкость  $C_x$ ), и поэтому задача измерения перемещений сводится к тому, чтобы уловить изменение емкости конденсатора  $C_x$ .

Ну, а дальше все разворачивается по сценарию, добытому из школьного учебника физики. Прежде всего конденсатор  $C_x$  объединяют с катушкой  $L$  и получают таким образом колебательный контур  $LC_x$ . Если ввести в контур порцию энергии, то в нем начнутся электромагнитные колебания — энергия будет поочередно перекачиваться из конденсатора в катушку и обратно, на контуре появится переменное напряжение, пойдет переменный («туда — обратно») ток. Этот невидимый процесс из того же огромного класса движений «туда-обратно», что и качание маятника или колебания гитарной струны. И так же, как частота колебаний струны зависит от массы и упругости (толстая, массивная струна колеблется медленней, чем тонкая; натяните струну сильнее, и частота ее колебаний увеличится), так и частота переменного тока (напряжения) в контуре зависит от емкости конденсатора  $C$  и индуктивности катушки  $L$ . В известной формуле для частоты  $F$  обе величины —  $L$  и  $C$  — находятся в знаменателе, и это, в частности, означает, что с увеличением  $C_x$  частота  $F$  уменьшается.

Теперь позвольте представить вам первый элемент измерительной установки — генератор высокой частоты, ГВЧ. Важнейшие его детали — усилительный прибор, например, электронная лампа и источник питания, в простейшем случае батареи. Но это, по сути, лишь вспомогательное оборудование, обслуживающее контур  $LC_x$  — теперь в него непрерывно вводятся микронпорции энергии, и колебания, как говорят радисты, становятся незатухающими. Если одна из обкладок датчика перемещений — конденсатора  $C_x$  — будет двигаться, например, медленно колебаться, то прибор сообщит об этом изменении частоты переменного  $U_{вч}$ , которое дает генератор — напряжение это окажется промодулированным по частоте, причем наибольшая частота  $F_{max}$  будет соответствовать наименьшей емкости конденсатора  $C_{min}$ . Чем сильнее колеблется обкладка датчика-конденсатора, чем больше она смещается от своего начального положения, тем больше будет и отклонение частоты  $F$  от некоторого ее среднего значения.



Ну, а дальше, как говорится, дело техники — нужно расшифровать частотомодулированный сигнал  $F_{\text{вч-чм}}$ , определить сами изменения частоты и по ним уже узнать, насколько изменялась емкость  $C_x$ , как перемещалась обкладка конденсатора. Электронные схемы, где с легкостью решаются подобные задачи, хорошо известны, их, в частности, можно найти в любом телевизоре. Чтобы выявить изменения частоты, проще всего направить сигнал  $U_{\text{вч-чм}}$  в другой колебательный контур, подобрав определенным образом его резонансную частоту. Это самое «определенным образом» означает вот что.

Когда в радиоприемнике мы хотим выудить одну нужную нам станцию из множества сигналов, добравшихся до антенны, мы используем именно колебательный контур. И настраиваем его в резонанс частотой принимаемой станции, подбирая для этого, например, емкость контура: вращая ручку настройки приемника, мы как раз и изменяем емкость, перемещаем пластины конденсатора. Контур, настроенный в резонанс на какую-либо частоту  $F_{\text{рез}}$ , выделяет сигнал только данной частоты, сигналы всех других частот ослабляются по сравнению с этим резонансным. И чем дальше частота какого-нибудь сигнала отстоит от резонанса, тем больше она ослабляется. Обо всем этом напоминает так называемая резонансная кривая контура — однокорбый график, показывающий, как меняется напряжение  $U_k$  на контуре при изменении частоты.

Весь блок измерительного прибора, который должен выявить изменения частоты, называется частотным детектором («детектор», кстати, от того же слова, что и «детектив» — «сыщик»). Контур частотного детектора  $L_d C_d$  настроен на частоту, несколько отличающуюся от средней частоты генератора: контур настроен так, чтобы при изменениях этой частоты от  $F_{\text{min}}$  до  $F_{\text{max}}$  мы либо приближались к резонансу, либо удалялись от него. При приближении к резонансу напряжение сигнала, разумеется, будет возрастать, при удалении — уменьшаться. Получится сигнал, модулированный по амплитуде  $U_{\text{вч-ам}}$ . Ну, а извлечь информацию из сигнала с амплитудной модуляцией дело несложное, это легко делает, например, полупроводниковый детектор, прибор, применявшийся еще на заре радиотехники. С помощью детектора мы получим низкочастотный сигнал  $U_{\text{нч}}$ , получим электрическую запись всех изменений расстояния между обкладками конденсатора  $C_x$ .

Все, что было рассказано с неизбежностью для выбранного жанра упрощениями, не должно создавать иллюзию этаким легкости измерения малых перемещений. На пути экспериментатора здесь появляется масса препятствий, и два из них, видимо, самые серьезные, связаны с терминами, которые, к счастью, не нужно переводить на русский язык — «стабильность частоты» и «добротность контура».

То, что нестабильность частоты самого генератора мешает измерениям, пояснять, видимо, не нужно — в изменениях частоты

записана наша полезная информация, и все другие изменения частоты есть помеха, искажающая результат измерений.

А теперь о добротности. Это важнейшая характеристика колебательного контура, она говорит о том, во сколько раз больше энергии участвует в колебаниях, чем теряется безвозвратно, например, из-за сопротивления проводников. Для ориентировки отметим, что добротность контуров в рядовом приемнике — примерно 100—200, в лучшем случае 300—500. Добротность контура, включенного в генератор ГВЧ, определяет главное его достоинство — чем выше добротность, тем стабильней частота. Но это еще не все. Чем выше добротность, тем острее резонансная кривая, а это чрезвычайно важно для контура  $L_d C_d$  — контур с острой (крутые спады) резонансной кривой заметит самые незначительные изменения частоты и превратит их в необходимые нам изменения амплитуды.

Опустив подробности, за которыми стоит десять лет поисков, ошибок и находок, несколько слов о реальной измерительной установке. В ней высокостабильный генератор освобожден от датчика перемещений  $C_x$  — датчик переведен в контур частотного детектора (рис. 16). Это мало изменило принцип измерений — раньше частота генератора смещалась относительно резонансной кривой, теперь резонансная кривая «двигается» относительно неизменной частоты генератора. Высокую стабильность частоты генератора обеспечивает объемный резонатор (объемный контур) — металлический сверхпроводник, напыленный на сапфир и помещенный в жидкий гелий. Контур детектора — это тоже объемный резонатор, изготовленный из сверхпроводника (ниобия): потери энергии в таком контуре очень малы, добротность его более 40 000. Для калибровки прибора подвижную пластину конденсатора  $C_x$  дозированно смещают электрическим полем. Некоторые основные узлы реальной установки показаны на рисунках 2 и 3: ОЭ — однонаправленный элемент (предохраняет генератор от влияния частотного детектора), Ф — фазовращатель, СН — стержень настройки генератора, С — смеситель (производит вспомогательное преобразование частоты), Д — детектор, СК — система калибровки, УНЧ — усилитель низкой частоты, СК — самопишущий прибор.

Завершая этот короткий рассказ, нам придется вернуться к его началу — от масштабов микромира вернуться к масштабам Вселенной. В ее просторах, как полагают астрофизики, происходит немало процессов, порождающих гравитационные волны. Расчеты показывают, что эти волны могут принести к Земле очень малую энергию — ее хватит, чтобы раскатать гравитационную антенну всего лишь на  $10^{-17}$ — $10^{-18}$  см. Университетские физики создают измерители столь малых перемещений с надеждой применить их для приема гравитационных волн — этой удивительной физической сущности, о которой уверенно говорит теория, но которую пока еще никто никогда не наблюдал.



# В н о м е р е:

В. КИРИЛЛОВ-УГРЮМОВ, докт. физ.-мат. наук, А. ГАЛЫПЕР, докт. физ.-мат. наук — Штрихи невидимой Вселенной . . . . .	2
Рефераты . . . . .	12
Л. АРСЕНЬЕВ, инж. — Летающий монтажник . . . . .	14
Научно-популярные фильмы . . . . .	21
В. ВРУНЬКО, канд. экон. наук — Сельскохозяйственные автомобили . . . . .	24
И. БУБНОВ — На экологических перекрестках . . . . .	29
Р. СВОРЕНЬ — Как измерить волосок в шевелюре электрона . . . . .	30
В. МАРКИН, канд. географ. наук — На «полюсе снежности» . . . . .	33
Новые книги . . . . .	40
Новые товары . . . . .	41
Б. МЕДНИКОВ, докт. биол. наук — Власть над геном . . . . .	42
Заметки о советской науке и технике . . . . .	48
А. МАРКУША — Ты и я... начинаешь семья . . . . .	50
Хроника . . . . .	57
Н. ЗЫКОВ — На перекрестке воздушных дорог . . . . .	58
Психологический практикум 63, 71, ТИТ ЛУКРЕЦИИ КАР — О природе вещей . . . . .	113
Л. ЮДАСИН — Ядро Земли . . . . .	64
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации) . . . . .	66
Л. КОКИН — Далекие шаги . . . . .	72
Кудзу наступает . . . . .	76
Л. БАТУРИН, инж. — Экономичное плодохранилище . . . . .	83
Ответы и решения . . . . .	84
В. РОТЕНБЕРГ, докт. мед. наук — Эмоции, сон и здоровье . . . . .	85, 157
Вирусы против вирусов . . . . .	86
В. МОРГНЕР, проф. — Прислушиваясь к металлу . . . . .	90
Лягушка, которая живет на дереве Зооуголок на дому . . . . .	92
	94
	97

## ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ:

В. КОСТЫЛЕВ — Береста, береста... (98), В. АЛЕКСЕЕВ, канд. географ. наук — Сколько часов сияет солнце (99), Рассказы очевидцев (101).	
Р. ФЕДОРОВ — Степей благоуханье	102
Маленькие хитрости . . . . .	107

Е. ЛЕВИТАН, канд. пед. наук — Увлекательная космонимика . . . . .	108
Как правильно? . . . . .	112
А. ВОЛГИН — Снимаем с фото-вспышкой . . . . .	114
Бернард ШОУ — Высказывания, афоризмы, шутки . . . . .	119
Л. БОБРОВ — Нас было тринадцать	120
Л. ЛУЗАНОВА — Манраме . . . . .	131
В. ФРИДКИН, докт. физ.-мат. наук — Один день в Сульце . . . . .	134
И. КОНСТАНТИНОВ — Праздник в Сорочинцах . . . . .	139
Е. ЯРОСЛАВЦЕВ, канд. с.-х. наук — Малина красная . . . . .	140
В. ГИЛЛЕР — День за днем . . . . .	143
В. РОЩАХОВСКИЙ — Из истории дорожных знаков . . . . .	146
Кроссворд с фрагментами . . . . .	148
В. ЛОПУХИН — Сколько существует способов плавания . . . . .	150
Кунсткамера . . . . .	152
Две партии победителя . . . . .	154
Л. ГАРИБОВА, канд. биол. наук — Грибы-млечники . . . . .	158

## НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр. — Гелиограф на площадке метеорологической обсерватории Московского государственного университета. Фото В. Беселовского (см. статью на стр. 99).

Внизу: выгрузка багажных контейнеров из аэробуса Ил-86 на аэродроме Внуково в Москве. Фото Н. Зыкова. (См. стр. 48).

2-я стр. — Рис. Э. Смолина.

3-я стр. — Грибы-млечники. Фото Л. Гарибовой.

4-я стр. — Праздник в Сорочинцах. Фото И. Константинова. (См. стр. 139).

## НА ВКЛАДКАХ:

1-я стр. — Иллюстрации к статье «Как измерить волосок в шевелюре электрона». Рис. Ю. Чеснокова.

2—3-я стр. — На орбите — гамма-телескоп. Рис. М. Аверьянова (См. статью на стр. 2).

4-я стр. — Иллюстрации к статье «На «полюсе снежности». Фото В. Гиппенрейтера.

5-я стр. — Древесные лягушки. Рис. О. Рево.

6—7-я стр. — Автомобиль для села. Рис. Э. Смолина. (См. статью на стр. 24).

8-я стр. — Для детей. Изобретатель Клодмир.

# Н А У К А И Ж И З Н Ь

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

№ 8

А В Г У С Т  
Издается с октября 1934 года

1981

# ШТРИХИ НЕВИДИ

Доктор физико-математических наук В. КИРИЛЛОВ-УГРЮМОВ,  
доктор физико-математических наук А. ГАЛПЕР.

Звездное небо, которое видели астрономы не только в древние времена, но даже сравнительно недавно, лет сорок — пятьдесят назад, совсем не похоже на то, что наблюдается в наши дни. И дело здесь совсем не в изменениях самого объекта наблюдений: за исключением некоторых катастрофических событий, таких, например, как взрывы сверхновых звезд, бурная жизнь Вселенной в целом не очень-то меняет наблюдаемую нами картину. Во всяком случае, подавляющее число звезд, галактик и иных астрономических объектов видно на тех же местах небосвода и в целом выглядит примерно так же, как многие тысячи лет назад. Огромные различия в сравнительно недавнем и нынешнем видении звездного мира связаны с изменением самого понятия «видеть» применительно к астрономии.

## ОЧЕНЬ УЗКОЕ ОПТИЧЕСКОЕ ОКНО

Во все времена астрономы наблюдали только те объекты, которые можно было видеть в обычном, в житейском понимании этого слова. То есть видели те объекты, которые испускали (или отражали, как в случае планет) видимый свет — электромагнитные колебания с длиной волны примерно от 7500 ангстрем ( $7,6 \cdot 10^{-5}$  см, красный свет) до 4000 ангстрем ( $4 \cdot 10^{-5}$  см, фиолетовый свет). Этим граничным длинам волн светового диапазона соответствуют частоты электромагнитных колебаний, измеряемые миллионами миллиардов герц, а конкретно от  $0,4 \cdot 10^{15}$  Гц до  $0,8 \cdot 10^{15}$  Гц. Попутно хочется отметить: сама наша способность видеть именно этот сравнительно узкий диапазон электромагнитных волн связана с тем, что на него, на этот участок спектра, приходится наиболее сильное излучение нашего Солнца. Видимо, в процессе эволюции человек, как и большинство зрячих живых существ, приспособился видеть именно то, что наиболее ярко освещается нашим небесным проектором.

А вместе с тем звезды, в том числе и наше Солнце, излучают электромагнитные волны не только в световой области. Многообразие физических процессов в разных типах звезд, в галактиках, в туманностях или иных образованиях бескрайнего космоса порождает электромагнитные излучения в огромном диапазоне длин волн — от сверхдлинных радиоволн, у которых сама длина волны составляет сотни и тысячи метров, до гамма-лучей, у которых длина волны измеряется миллионными долями ангстрема. Соответственно и частоты этих колебаний лежат в огромном диапазоне — от десятков герц до многих миллиардов мега-

герц (см. верхний рисунок на 2—3 стр. цветной вкладки).

Кроме длины волны или частоты, электромагнитные колебания можно оценивать энергией кванта излучения: она тем больше, чем выше частота колебаний, то есть чем короче волна. Энергия светового кванта составляет несколько электрон-вольт (эВ). Строгих границ, видимо, никто не устанавливал, но ориентировочно можно отметить: более низкочастотные колебания с энергией в десятки и сотые доли электрон-вольта — это инфракрасные лучи с энергией в сотые и тысячные доли эВ — субмиллиметровые радиоволны.

Для колебаний с более высокой частотой, чем у света, принято такое деление: следующие сразу за видимым светом электромагнитные волны, кванты которых имеют энергию примерно от 10 эВ до 1 кэВ, — это ультрафиолетовое излучение, кванты с энергией от единиц до нескольких сотен кэВ — рентгеновские лучи. Наконец, кванты с энергией более сотни кэВ ( $0,1$  МэВ) и уж, во всяком случае, больше одного миллиона эВ ( $1$  МэВ =  $1000$  кэВ =  $10^6$  эВ) — это уже гамма-излучение. Для ультрафиолета, для рентгеновских и гамма-лучей иногда пользуются дополнительными характеристиками: жесткое излучение, то есть более коротковолновое, с большей энергией квантов, или мягкое излучение, с меньшей энергией квантов. Правда, сейчас вместо характеристик гамма-излучения «мягкое» и «жесткое» говорят более определенно — излучение малых энергий (от  $0,1$  МэВ до десятка МэВ) и излучение высоких энергий (до нескольких ГэВ). А для гамма-лучей, у которых энергия квантов измеряется гигаэлектрон-вольтами ( $1$  ГэВ =  $1000$  МэВ =  $10^9$  эВ), тераэлектрон-вольтами ( $1$  ТэВ =  $1000$  ГэВ =  $10^{12}$  эВ) и даже десятками и сотнями ТэВ, пользуются наименованием «сверхжесткое излучение», или «гамма-лучи сверхвысоких энергий».

Можно уверенно считать, что кванты самых коротковолновых гамма-лучей, прибывающих к нам из космоса, имеют энергию порядка  $10^{12}$  эВ и даже более, а длинным радиоволнам космического происхождения соответствует энергия квантов менее  $10^{-8}$  эВ. И вот во всем этом огромном диапазоне излучений, рассказывающих о том, что происходит во Вселенной, астрономам в течение многих веков был доступен только узенький участок видимого света — оптическое окно с энергией квантов примерно от 4 до 8 эВ.

Качественно малость этой величины может проиллюстрировать такая аналогия: из всего богатства звучания большого симфонического оркестра мы слышим только одну-две ноты в середине звукового диапазона,



# МОЙ ВСЕЛЕННОЙ

скажем, только какие-нибудь соседние ля-си второй октавы. Это именно качественная аналогия: две названные ноты занимают частотный интервал примерно в один процент от диапазона слышимых звуков, в то время как видимый свет занимает лишь миллиардные доли процента на шкале электромагнитных волн.

Вот, оказывается, какую малость видели астрономы, насколько малую долю звучания могучего космического оркестра воспринимали они, какую наблюдали ничтожную часть электромагнитных колебаний, рассказывающих об устройстве Вселенной, о процессах, которые в ней происходят.

## АСТРОНОМИЯ НЕВИДИМОГО

Выход наблюдательной астрономии за пределы оптического окна произошел сравнительно недавно, причем вначале граница наблюдаемых электромагнитных излучений была отодвинута в сторону более низких частот, в область радиоволн. В 1931 году практически случайно было обнаружено радиоизлучение от каких-то источников, находящихся вне Земли. Прошло 10—15 лет, и на базе замечательных достижений радиоэлектроники были созданы сверхчувствительные приемники космических радиоизлучений и ориентированные антенны, позволяющие определить участок звездного неба, откуда эти излучения приходят. С помощью таких комплексов — их называют радиотелескопами — сделано множество открытий чрезвычайной важности: от обнаружения радиогалактик, не наблюдаемых в оптическом диапазоне, до измерения уровня остаточного, реликтового радиоизлучения, рассказывающего о ранних стадиях расширения Вселенной, от измерения скорости разбегания наиболее удаленных звездных образований до открытия новых классов космических объектов, таких, например, как пульсары или квазары.

Сегодня радиоастрономия стала важнейшей областью изучения Вселенной, добывающей для астрофизиков богатейшую информацию. Во всяком случае, не меньшую, чем оптическая астрономия.

Наблюдение более коротковолновых, чем свет, излучений, и в частности становление рентгеновской астрономии и гамма-астрономии, произошло позже. Первые эксперименты здесь начались в самом конце пятидесятых и в начале шестидесятых го-

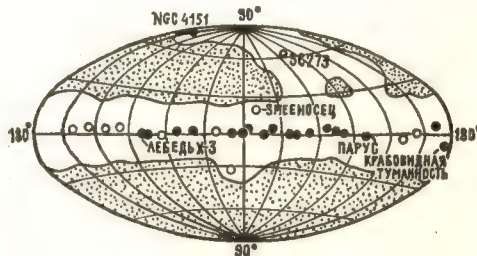
дов, а регулярные наблюдения, сразу же, кстати, принесшие интереснейшую информацию, относятся уже к самому последнему времени, в основном к последнему десятилетию. Подобное запаздывание объясняется отнюдь не отсутствием аппаратуры для приема рентгеновских и гамма-лучей — физики уже давно научились регистрировать эти излучения, измерять их характеристики. И не нужно было ждать счастливой находки, как в случае радиоастрономии, которая пробудила бы интерес астрофизиков к рентгеновским и гамма-лучам. Достаточно вспомнить, например, работы советского теоретика лауреата Ленинской премии академика В. Л. Гинзбурга, который много лет тому назад обосновал важность астрофизических наблюдений в гамма-диапазоне, наметил ряд фундаментальных проблем, для решения которых эти наблюдения могли бы иметь решающее значение.

Почему же, несмотря на столь убедительные «нужно» и «можно», сдерживалось становление рентгеновской и гамма-астрономии? Какое препятствие стояло на их пути?

Таким препятствием оказалась наша земная атмосфера. Во-первых, она просто не пропускает из космоса к поверхности Земли рентгеновские и гамма-лучи. Пробираясь сквозь толщу атмосферы, гамма-кванты космического происхождения взаимодействуют с ее веществом, в столкновениях с атомами, их ядрами, электронами отдают им энергию, участвуют в рождении новых частиц, прекращая при этом свое существование. В итоге к поверхности Земли прорывается совершенно неувольная часть космических гамма-квантов, прибывающих к нашей планете. Может быть, их и можно было бы зарегистрировать очень чувствительными приборами, если бы не второе трагическое обстоятельство — компоненты космических лучей, прежде всего протоны и электроны высоких энергий, взаимодействуя с веществом атмосферы, создают сильнейший фон гамма-излучения, родившегося в самой атмосфере. В этом фоне просто теряются истинные, то есть пришедшие из космоса, гамма-лучи.

Правда, и на Земле можно «увидеть» особо энергичные гамма-кванты, регистрируя вторичные процессы, которые они вызывают в атмосфере, в частности ливни

Большинство обнаруженных дискретных гамма-источников расположилось на галактическом экваторе — они находятся в нашей Галактике. Некоторые дискретные источники уже удалось отождествить с известными астрономическими объектами. Заштрихована малоисследованная область небосвода.



электронов и фотонов. Впервые способ регистрации особо энергичных гамма-квантов был разработан в Физическом институте имени П. Н. Лебедева АН СССР почти двадцать лет назад; эта методика наземных наблюдений используется и по сей день.

И все же истинным стартом гамма-астрономии можно, видимо, считать начало наблюдений за пределами земной атмосферы. Здесь, отбросив атмосферный фильтр, задерживающий гамма-лучи, и достаточно точно учитывая не слишком высокий уровень фона, можно уже непосредственно выделять и регистрировать гамма-излучение из космоса.

Впервые гамма-телескопы были подняты над плотными слоями атмосферы примерно двадцать лет тому назад с помощью высотных аэростатов. Работы эти проводились независимо советскими и американскими специалистами и сразу же показали, что, избавившись от влияния атмосферы, можно сделать гамма-телескоп эффективным средством получения принципиально новой информации о Вселенной. Высотный аэростат — большой баллон объемом порядка миллиона кубических метров (такой объем имеет куб со стороной 100 метров) из тонкой полиэтиленовой пленки (ее толщина обычно 0,02—0,03 миллиметра; масса такой тончайшей оболочки — около тонны), наполненный гелием или водородом. Аэростат рассчитан на подъем полезного груза массой порядка 600—800 килограммов и на многочасовой полет на высоте 35—40, а для более поздних моделей — 45—50 километров. Обычно аэростат с гамма-телескопом находится на высоте и ведет наблюдения в автоматическом режиме в течение нескольких часов. После этого сам баллон отстреливается, а гамма-телескоп с материалами наблюдений на парашюте спускается на Землю. К настоящему времени в мире произведено уже много десятков запусков высотных аэростатов с гамма-телескопами. Этот оперативный и сравнительно недорогой метод будет, видимо, и дальше развиваться, несмотря на важные достоинства и большие успехи других средств гамма-астрономии.

Другие средства — это, как нетрудно догадаться, космические аппараты, и прежде всего искусственные спутники Земли. Установленные на них гамма-телескопы высоко поднимаются над атмосферой и могут вести

непрерывную регистрацию гамма-лучей, приходящих из космоса достаточно долго — вплоть до нескольких лет. Первенство в этой области принадлежит советским и американским специалистам. Американцы на спутнике «Эксплорер-11» впервые вывели на околоземную орбиту простейший прибор для регистрации гамма-лучей, а советские специалисты на спутниках «Космос-251» и «Космос-264» вывели на орбиту первые гамма-телескопы, позволяющие достаточно точно определять направление, с которого приходят гамма-лучи, то есть фиксировать источник излучения.

С тех первых успехов шестидесятих годов началось широкое использование искусственных спутников Земли и других космических аппаратов для вывода гамма-телескопов за пределы атмосферы. Аппаратура для астрофизических наблюдений в гамма-диапазоне была установлена на советских спутниках серии «Космос» и «Метеор», на орбитальной станции «Салют», на наших межпланетных станциях «Венера-11» и «Венера-12», на американских спутниках серии «Вела» и «САС», кораблях «Аполлон-15» и «Аполлон-16», европейском спутнике «КОС-Б», который, кстати, уже несколько лет находится на орбите, выполняя гамма-астрономические исследования. Этими аппаратами получен богатый наблюдательный материал, сделано немало очень интересных открытий. Но прежде чем рассказывать о них, несколько слов о том, каким образом рождаются гамма-лучи и каким образом их можно зарегистрировать.

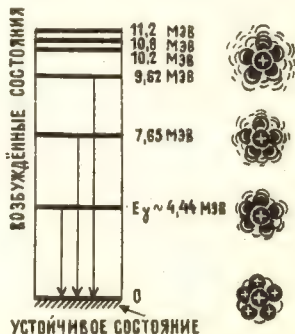
## ЛУЧИ, РОЖДЕННЫЕ В ЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ

Знакомство физиков с гамма-излучением произошло тогда, когда они в своих экспериментах столкнулись с ядерными процессами (не представляя пока еще, что такое ядро). И само название «гамма-лучи» пришло из классического опыта, когда в сильное магнитное поле ввели невидимое излучение, исходившее из солей радия. При этом излучение засвечивало фотопластинку уже не в одном месте, а в трех местах, что означало: радиоактивное излучение состоит из трех составляющих. Ввиду их полной загадочности в те не столь далекие времена эти составляющие были названы



Гамма-лучи были обнаружены в первых опытах по радиоактивности. Они в отличие от потока заряженных частиц — альфа-лучей и бета-лучей — не отклонялись магнитным полем: именно так должны вести себя нейтральные частицы, в том числе и гамма-кванты.

При переходе ядра из возбужденного состояния в менее возбужденное оно излучает гамма-кванты вполне определенной энергии. Здесь показан энергетический спектр ядра углерода.





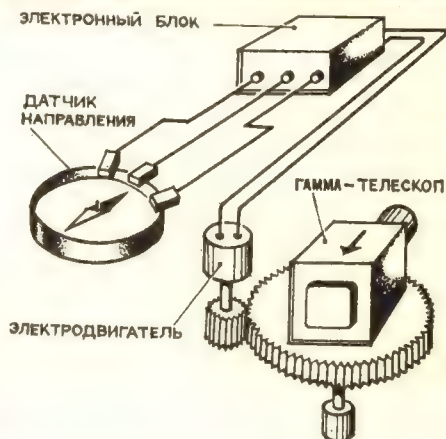
альфа-, бета- и гамма-лучами. Теперь мы знаем, что альфа-лучи — это поток положительно заряженных частиц — ядер гелия, или, иначе, альфа-частиц: «сдвоенных» протонов, обычно «склеенных» с двумя нейтронами. А бета-лучи — поток отрицательно заряженных частиц, электронов. Оба эти потока заряженных частиц, как и всякий электрический ток, отклонялись магнитным полем, причем отклонялись в разные стороны из-за разного знака электрического заряда. А гамма-лучи под действием магнитного поля не меняли своего направления — как мы теперь знаем, лучи эти есть не что иное, как электромагнитные волны, и магнитное поле их не отклоняет. Пройдет время, и это обстоятельство сделает гамма-лучи ценным носителем астрофизической информации — они и в бескрайнем космосе летят, не отклоняясь магнитными полями, позволяя достаточно точно определить место, где родилось гамма-излучение, и рассказывая о процессах, о которых часто ничего не говорят другие виды излучений.

Гамма-излучение, открывшееся физикам в радиоактивном распаде ядер, является спутником очень многих ядерных превращений, в частности изменений состояния атомного ядра, его перехода из более возбужденного состояния в менее возбужденное. В этом последнем случае ядро выбрасывает порцию энергии, как правило, в виде гамма-квантов строго определенной частоты. То есть энергетический ассортимент испускаемых квантов может достаточно точно рассказать, что именно происходило с ядром. Кроме того, у движущихся объектов по изменению частоты (энергии) той или иной спектральной линии (в результате эффекта Доплера) можно оценивать скорость перемещения.

Один из самых известных источников гамма-излучения — столкновение ядерных частиц, в котором рождаются нейтральные пи-мезоны ( $\pi^0$ ), или, как их коротко называют, нейтральные пионы. Эти сравнительно легкие (примерно в 7 раз легче протона) частицы живут очень недолго (в среднем  $10^{-16}$  с) и распадаются на пару гамма-квантов чаще всего со средней энергией около 70 МэВ.

«Пионные» гамма-кванты появляются и при аннигиляции протона и антипротона, когда обе частицы исчезают, дав жизнь большому числу пионов, а значит, в итоге гамма-квантов. Гамма-излучение появляется также при аннигиляции электрона и позитрона, в этом случае гамма-кванты имеют энергию 0,5 МэВ. Исследование процессов аннигиляции по их космическому гамма-излучению также могло бы пролить свет на интригующую проблему существования антивещества во Вселенной.

Еще один очень интересный процесс, о котором может дать информацию гамма-астрономия: слияние протона с нейтроном, в результате чего образуется ядро тяжелого

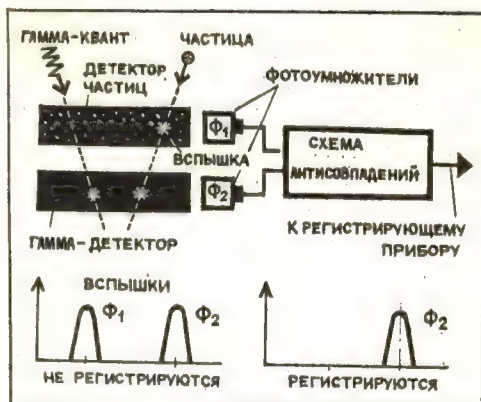


Для ориентировки гамма-телескопа, установленного на высотном аэростате, может использоваться датчик направления на магнитные полюса Земли.

водорода, дейтерия, и излучается гамма-квант с энергией около 2,2 МэВ. Если у какого-либо объекта будет обнаружено излучение именно с такой энергией квантов, то можно будет считать, что там происходит образование ядер дейтерия, а значит, имеются свободные нейтроны. Это, кстати, одна из немногих возможностей выявить нейтроны в космосе — частица эта нестабильна, она распадается в среднем за 15 минут и от места своего рождения далеко уйти не успевает.

Реально «пионные» гамма-кванты могут появиться в результате столкновения протонов, альфа-частиц (ядра гелия) и более тяжелых ядер, входящих в состав космических лучей с межзвездным и межгалактическим газом и пылью, с атмосферой космических тел. Это позволяет выявить космические лучи на очень больших расстояниях





ях от земного наблюдателя и, таким образом, сказать новое слово в давнем споре об их возможном источнике.

Вполне вероятно, что именно гамма-астрономия поможет выявить и механизм ускорения частиц космических лучей до гигантских энергий порядка  $10^{20}$  эВ, что в миллиард раз выше энергии, достигнутой на самых мощных земных ускорителях. Претендентов на роль космических ускорителей довольно много — это и сверхновые звезды в периоды их взрыва, и вращающиеся нейтронные звезды — пульсары, и молодые звезды или их ассоциации, а также ядра активных галактик и квазизвездные образования — квазары: самые мощные, видимо, энергетические машины Вселенной. Все эти объекты в той или иной мере подозреваются в создании мощнейших потоков частиц и излучений, именуемых космическими лучами. Однако заряженные частицы по пути к Земле претерпевают столько отклонений (в частности, проходя сквозь магнитные поля, заполнившие космос), что истинного «виновника» выявить пока не удалось. На «гамма-небе» источники космических лучей могли бы выглядеть как области мощного излучения, энергетический спектр и размеры которых позволят судить о механизме генерации и ускорения частиц.

Гамма-астрономия может пролить свет и на некоторые очень распространенные процессы с участием быстрых электронов. Так, в частности, гамма-кванты рождаются в процессе тормозного излучения, когда быстрый электрон, пролетая вблизи заряженных частиц, например, протонов или атомных ядер, тормозится их электрическим полем и теряемую энергию выдает в виде гамма-лучей. Аналогично гамма-излучение может появиться как следствие синхротронного эффекта, когда траектория быстрого электрона в полном соответствии со школьным правилом левой руки искривляется во внешнем магнитном поле (это, по сути, такое же явление, как хорошо известное из электротехники выталкивание проводника с током из магнитного поля — и опять-таки отдает энергию в виде гамма-излучения. И, наконец, еще один источник гамма-излучения — обратный эффект Комптона. В этом случае быстрый электрон, сталкиваясь с

В любом гамма-телескопе обязательно имеется система, предохраняющая его от ложных срабатываний под действием частиц космического излучения. В систему входит сцинтилляционный счетчик, срабатывающий под действием частицы и нечувствительный к гамма-излучению. Вспышка в этом счетчике, замеченная фотоумножителем  $\Phi_1$ , говорит о том, что вспышка в гамма-счетчике вызвана не гамма-квантом, а заряженной частицей.

квантом электромагнитного излучения, отдает ему часть своей энергии (в прямом эффекте Комптона квант отдает энергию электрону), превращает его в порцию более высокой энергии, в частности в гамма-квант.

Гамма-кванты, родившиеся при взаимодействии быстрых заряженных частиц с веществом, могут рассказать о той среде, где появились, — о ее плотности, составе, о структурных образованиях разных масштабов. А поскольку гамма-излучение очень слабо поглощается в космическом пространстве, обладает высокой проникающей способностью, то подобную информацию можно получать с больших расстояний. Во всяком случае, больших, чем в случае световых волн.

## КАК ПОЙМАТЬ ГАММА-КВАНТ

Наиболее распространенная стратегия регистрации электромагнитных излучений в самом общем виде выглядит так: используя энергию квантов излучения, в детекторе создают свободные заряженные частицы или повышают их энергию, а затем уже эти «электрические события» регистрируют различными классическими методами. Для регистрации гамма-излучений используют три конкретных процесса: фотоэффект, когда гамма-квант передает всю свою энергию электрону, выбивая его из атома; Комpton-эффект, когда гамма-квант, столкнувшись с электроном, отдает ему часть своей энергии; образование пары электрон — позитрон за счет всей энергии гамма-кванта, который сам при этом исчезает. На основе этих процессов создают разные типы гамма-детекторов, в том числе и гамма-телескопы. Причем при постройке орбитальных телескопов наряду с чисто физическими приходится решать еще и непростые инженерные задачи: регистрирующие приборы должны быть сравнительно легкими, компактными, экономичными в части потребления энергии, надежными.

Один из самых простых гамма-детекторов — сцинтилляционный счетчик, например, из кристаллов йодистого натрия. В таком кристалле появление электрона, порожденного мягким гамма-квантом, вызывает сцинтилляцию — световую вспышку. Ну, а она уже регистрируется традиционным способом, например, с помощью фотоумножителя. В итоге появление гамма-кванта отображается электрическим импульсом — его легко фиксирует электронный блок регистрации.

Нужно сразу же сказать, что в любом гамма-телескопе обязательно имеется так называемая система антисовпадений, она



оберегает регистрирующий прибор от ложного срабатывания. Дело в том, что световую вспышку в кристалле, сцинтилляцию, может вызвать не только гамма-квант, но и достаточно энергичная заряженная частица (например, протон или посторонний электрон), каких очень много в составе космических лучей.

Чтобы выявить этих непрошенных визитеров, гамма-детектор окружают тонким слоем органического сцинтиллятора — вещества, дающего вспышку от заряженных частиц и практически нечувствительного к гамма-излучению. У этого индикатора частиц есть свои фотоумножители, и они тоже подают импульсы на электронный блок регистрации. А он, получив такой импульс, не срабатывает, не засчитывает вспышку, появившуюся в основном кристалле: если сработал детектор частиц, значит, в основном кристалле вспышка была «ненастоящая» — ее породил не гамма-квант, а та же заряженная частица, которая дала вспышку в наружном сцинтилляторе.

Одиночный кристаллический детектор одинаково хорошо регистрирует гамма-излучение, приходящее со всех сторон, а это в большинстве случаев для астрономического прибора недостаток принципиальный. Чтобы создать некоторую направленность приема гамма-квантов малой энергии, можно окружить кристалл детектора свинцовой защитой, оставив его открытым только с одной стороны. Можно также ввести коллиматор — параллельные металлические пластины, формирующие поток гамма-квантов на входе телескопа.

В детекторах гамма-излучения высокой энергии практически всегда есть элемент, называемый конвертором, — металлическая пластина, стоящая на пути принимаемых гамма-лучей. Именно здесь и ловят гамма-квант — в плотном веществе конвертора он прекращает свое существование, родив пару электрон — позитрон. Эти частицы летят в том же направлении, в каком двигался гамма-квант, и поэтому, выявив траекторию частиц, узнают направление на источник излучения.

Простейшая система направленного приема энергичных гамма-квантов — это своего рода слоеный пирог из нескольких детекторов, проходя через которые пара электрон — позитрон создает сцинтилляции. Сигналы с детекторов поступают в электронный блок, который учитывает, через какие детекторы и в какой последовательности проходили частицы, и регистрирует только те из них, которые были созданы гамма-квантом, прибывшим с «главного направления». Очень часто, чтобы исключить прием гамма-квантов с тыльной стороны прибора, в него вводят счетчик черенковского излучения. Он фиксирует свет, рожденный частицами (например, электроном и позитроном), которые движутся со скоростью, превышающей скорость света в данной среде. Причем применяется черенковский счетчик, который собирает свет от частиц, идущих только с одной стороны.

С простейшими детекторами можно получить разрешающую способность гамма-теле-

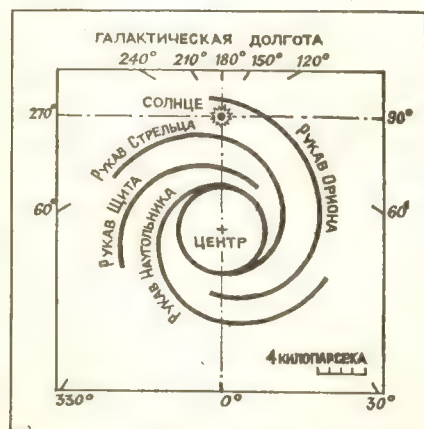
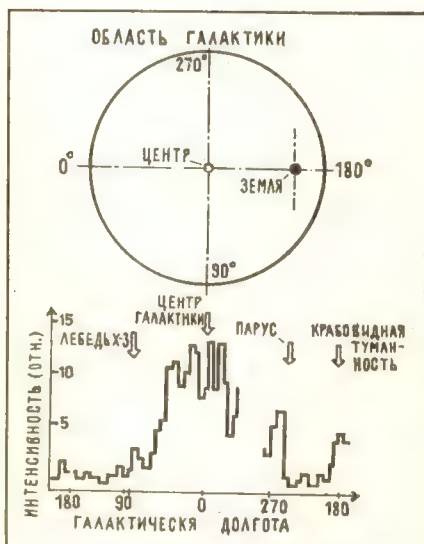
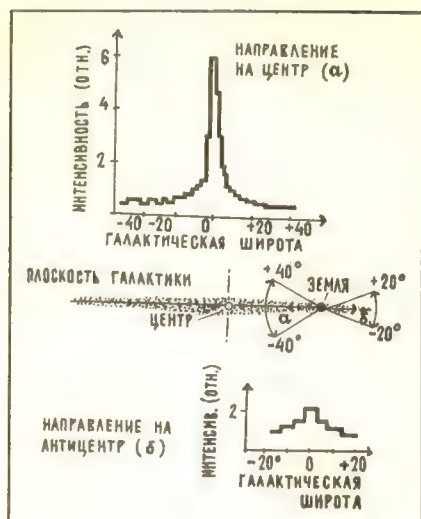
скопа в 10—15 градусов. Это, как говорится, лучше, чем ничего, но для точных астрономических наблюдений совершенно недостаточно. Вспомним, что у хороших оптических инструментов разрешающая способность измеряется угловыми миллисекундами, а у межконтинентальных радиотелескопов (см. «Наука и жизнь» № 10, 1975) — даже долями миллисекунды.

Можно заметно поднять разрешающую способность гамма-телескопа, если ввести в него искровую камеру. В простейшем случае это замкнутый объем, заполненный газом, который находится между двумя металлическими электродами.

Рожденные в конверторе электрон и позитрон с большой скоростью влетают в искровую камеру и проходят между ее электродами, ионизируя на всем пути газ. Если теперь подать на электроды импульс напряжения, то произойдет пробой — яркая искра проскочит по столбикам ионизованного газа, то есть по следам пролетевших частиц. Эту искру можно сфотографировать, а по ее направлению, то есть по направлению полета частиц, рожденных гамма-квантом, определить, откуда пришел он сам. Можно также наблюдать за развитием искры с помощью телевизионных камер и по телеметрическому каналу передавать информацию на Землю. Возможен еще и такой способ регистрации искры (см. рис. 6 на цветной вкладке): электроды выполняют из тонких металлических проволочек; пересекая их, искра создает в некоторых проволочках электрические сигналы; с помощью электронных схем фиксируют, в каких именно проволочках и когда появлялся сигнал; на основании этих данных вычисляют траекторию пролета частиц. Вычисление можно проводить прямо на борту, а можно первичную информацию направлять на наземные вычислительные машины.

Искровая камера гамма-телескопа может иметь несколько десятков плоских электродов. При этом проволочные электроды обычно состоят из многих сотен тонких металлических нитей, расположенных на расстоянии 1—2 миллиметров одна от другой, и каждая нить имеет свой собственный вход в электронный блок регистрации сигналов. В телескопе обязательно имеются также электронные блоки, выделяющие истинные события, и блоки, синхронизирующие работу отдельных узлов системы. В частности, с помощью электроники с высоковольтного генератора в нужный момент на электроды искровой камеры подается импульс высокого напряжения.

Пытаясь представить себе орбитальный гамма-телескоп, нужно вспомнить также и про вспомогательное оборудование, например, систему стабилизации телескопа в пространстве и систему определения звездных координат источника гамма-излучения. Основой таких систем могут быть оптические датчики, по сути дела, простейшие телескопы, направленные на заранее выбранные звезды (см. рис. 2 на цветной вкладке). Электронные приборы, зафиксировав смещение звезды в поле зрения датчика, направят сигнал в блок управления. Он вы-



Широтная диаграмма гамма-излучения; ее можно получить, если телескоп, находящийся в районе Земли (наблюдатель), поворачивать в плоскости, которая перпендикулярна плоскости Галактики и проходит через ее центр.

Долготная диаграмма гамма-излучения; ее можно получить, поворачивая в плоскости Галактики телескоп, находящийся в районе Земли (наблюдатель).

Возможная схема основных структурных образований в плоскости Галактики, построенная на основе радиоастрономических наблюдений.

числит, какой необходим импульс коррекции, и подает соответствующие команды на небольшие корректирующие реактивные двигатели, которые вернут спутник в заданное положение. Поддерживая с высокой точностью ориентацию спутника в пространстве и получая информацию о направлении гамма-квантов, попавших в телескоп, можно вычислить местонахождение источника излучений на небосводе.

Эти очень короткие описания, так же, как и упрощенные рисунки на цветной вкладке, дают лишь самое общее представление о такой сложной машине, как орбитальный гамма-телескоп. Но даже истинное, полное представление о сложности этого астрофизического инструмента не может ослабить стремления к постройке совершенных орбитальных гамма-телескопов — уже первые наблюдения с помощью этих инструментов продемонстрировали их огромные возможности в исследовании Вселенной.

## ПЕРВЫЕ РАДОСТИ

Результаты многочисленных наблюдений, выполненных на спутниках, межпланетных станциях и высотных аэростатах, заставили выделить в гамма-астрономии несколько самостоятельных направлений: наблюдение дискретных источников (их, видимо, вполне уместно называть гамма-звездами) в нашей Галактике и за ее пределами, изучение диффузного излучения (то есть как бы равномерно размазанного в пространстве) как в самой Галактике, так и внегалактического (его часто называют изотропным излучением) и, наконец, регистрацию гамма-высышек.

Важно отметить, что энергетический диапазон гамма-излучений очень широк. И для регистрации излучений жесткого, мягкого и сверхвысоких энергий используется различная аппаратура. Наибольший успех достигнут в исследовании гамма-лучей высокой энергии. Здесь на «гамма-небе» первым было замечено излучение нашей Галактики, и дальнейшем оно было исследовано довольно подробно, особенно гамма-телескопом европейского спутника «КОС-Б». При этом прежде всего подтвердилось представление о нашей звездной системе как о плоской структуре диаметром около 100 тысяч световых лет или 30 килопарсек (1 парсек  $\approx 3$  световым годам  $\approx 2 \cdot 10^5$  астрономических единиц (а. е.)  $\approx 3 \cdot 10^{13}$  километрам: для сравнения отметим, что рас-



стояние от Земли до Солнца  $L \approx 1,5 \cdot 10^8$  километров = 1 а.е.  $\approx 5 \cdot 10^{-6}$  парсек =  $1,5 \cdot 10^{-5}$  световых лет и толщины всего в тысячу световых лет (300 парсек). В гамма-лучах светится вся полоса Млечного Пути, причем гамма-изображение намного контрастнее, чем видимое нами световое: при отходе от галактического экватора (это условная линия, проходящая, грубо говоря, по середине «светлой полосы») всего лишь на 10 угловых градусов, интенсивность гамма-излучения падает чуть ли не в 20 раз. Если бы столь контрастной была световая картина, то ее, видимо, назвали бы не молочным, а огненным путем.

Широтное распределение (то есть в плоскости, перпендикулярной самой Галактике) галактического гамма-излучения оказалось таким: в направлении на центр интенсивность излучения в несколько раз выше, чем в направлении на антицентр. Такое распределение вполне объяснимо: гамма-лучей приходит больше оттуда, где больше вещества. А Солнце находится на расстоянии примерно 10 килопарсек от галактического центра и приблизительно 5 килопарсек от края (то же самое можно сказать и о Земле — размеры Солнечной системы просто ничтожны в сравнении с галактическими масштабами). Поэтому в направлении на центр Галактики находится во много раз больше вещества, чем в направлении на антицентр.

Примерно то же самое видно и на диаграмме долготного (то есть в самой плоскости Галактики) распределения интенсивности гамма-лучей. Но это только «примерно» — детали диаграммы говорят о том, что при вращении гамма-телескопа в плоскости Галактики интенсивность принимаемого излучения меняется довольно сложным образом. Прежде всего на диаграмме видны резкие выбросы, пики — многие из них относятся к дискретным источникам, большинство которых расположено в самой нашей Галактике. Каждый резкий выброс на диаграмме указывает направление (в угловых градусах) на дискретный источник и относительную интенсивность его гамма-излучения. Сопоставив общий ход диаграммы с высотой выбросов, можно предположить, что на долю диффузного гамма-излучения Галактики приходится примерно процентов 90 общей интенсивности, а на долю дискретных источников — 10 процентов. Вполне возможно, однако, что цифры эти придется пересмотреть, когда совершенные инструменты следующего поколения обнаружат в диффузном излучении менее яркие гамма-звезды, ныне неразличимые. Правда, в принципе «соотношение сил», видимо, не изменится — о большом вкладе диффузного излучения говорит, в частности, похожесть энергетических спектров гамма-лучей, идущих из разных областей Галактики.

Во время хромосферной вспышки регистрируется сильный всплеск солнечного гамма-излучения. Одна из вспышек, например, дала увеличение уровня гамма-излучения в 1000 раз по сравнению с фоновым уровнем периода между вспышками.

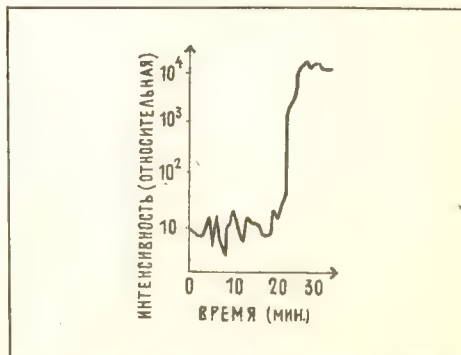
При этом в области энергий более 100 МэВ в основном наблюдаются гамма-кванты, образовавшиеся из пионов; их первопричина — это скорее всего взаимодействие протонов с атомных ядер космических лучей с межзвездным газом. А в области энергий 10—100 МэВ наблюдается сравнительно много квантов тормозного излучения; их источник — электроны космических лучей, движущихся все в той же межзвездной среде.

Кстати, общее распределение интенсивности гамма-излучения в пределах Галактики работает на гипотезу местного, галактического происхождения космических лучей.

Долготную диаграмму гамма-излучения можно связать со структурой нашей Галактики. Многие детали долготной диаграммы отождествили с конкретными элементами спиралевидной структуры. Были получены также новые данные о веществе этих образований и происходящих в них процессах. Так, скажем, некоторые расчеты, выполненные по результатам измерения уровня гамма-излучения, показали особо высокую его яркость в районе Большого Галактического Кольца. Она может быть связана либо с очень высокой интенсивностью космических лучей в этой области, либо с высокой концентрацией водорода, прежде всего молекулярного. Сейчас в основном склоняются к второму варианту, принимая концентрацию молекулярного водорода в десять раз более высокой (десять молекул в кубическом сантиметре вместо одной), чем считалось ранее. В то же время некоторые результаты гамма-астрономии породили новые загадки. Так, например, на долготной диаграмме нет пиков гамма-излучения от ближайшего к нам галактического образования — Рукава Стрельца.

Диффузное гамма-излучение твердо было предсказано задолго до становления гамма-астрономии, а открытие дискретных источников сопровождалось дискуссиями, спорами, ошибками. К настоящему времени обнаружено более двух десятков таких гамма-маяков. На карте звездного неба гамма-источники расположены в основном вдоль галактического экватора, и это означает, что большинство из них находится в нашей Галактике.

Несколько источников гамма-излучения удалось отождествить с известными астрофизическими объектами. Два из них —



пульсары NP 0532—22 в Крабовидной туманности и PSR 0833—45 в созвездии Парусов. Разрешающая способность современных гамма-телескопов составляет всего несколько градусов, и в области, откуда принимается излучение, может находиться сразу несколько астрофизических объектов. Сказать, какой из них конкретно дает принимаемые гамма-кванты, как правило, невозможно. Но если среди этих объектов есть пульсар и если с присущей ему частотой пульсирует гамма-излучение, то можно утверждать, что и оно генерируется этим пульсаром. Именно по этому признаку и были отождествлены два названных пульсара.

Примечательно, что у этих различных объектов сами импульсы гамма-излучения оказались очень похожими, в то время как в других диапазонах такого сходства нет. Это заставляет думать о том, что в пульсаре гамма-излучение создают какие-то основные, главные процессы, и именно поэтому они развиваются по очень схожим сценариям. А световое и радиоизлучение, возможно, появляется в результате вторичных процессов, которые в разных пульсарах протекают по-разному. С пульсаром NP 0532—22 связано еще и постоянное гамма-излучение, причем его уровень в какое-то время заметно изменился. Это изменение совпало с резким увеличением частоты следования радио-, световых и иных импульсов. Оба эти процесса подтвердили гипотезу о «звездотрясении» — довольно быстром сжатии звезды с непременным ускорением ее вращения.

Очень интересный дискретный источник гамма-излучения находится в созвездии Лебедь. В последнее время это созвездие часто упоминается в связи с тем, что здесь обнаружен наиболее вероятный кандидат на роль черной дыры —

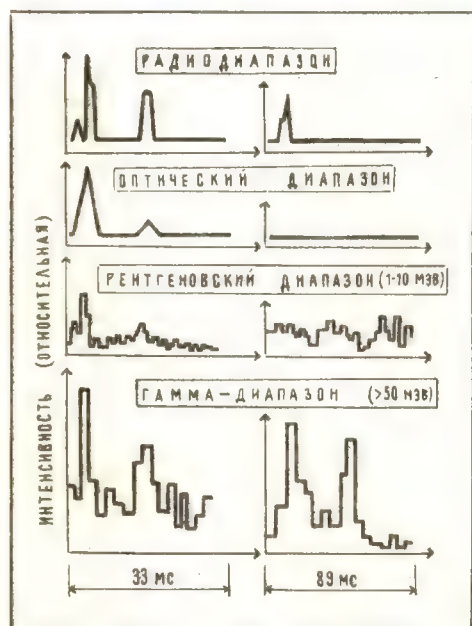
рентгеновский источник Лебедь X-1 (см. «Наука и жизнь» № 10, 1976). Осенью 1972 года был обнаружен резкий подъем радиоизлучения источника Лебедь X-3, и затем сильное гамма-излучение из этой области. Его впервые зарегистрировали научные группы Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и Московского инженерно-физического института. Хочется отметить, что излучение было обнаружено одновременно в разных участках диапазона — в области гамма-лучей высоких и сверхвысоких энергий.

Скоре все это гамма-излучение удалось привязать к источнику Лебедь X-3. Советскими астрофизиками было обнаружено, что гамма-излучение из созвездия Лебедь меняется с периодом 4,8 часа и поэтому скорее всего исходит именно из объекта Лебедь X-3: с таким же периодом меняются у него и другие компоненты электромагнитного излучения, в частности рентгеновская. Похоже, что объект этот — тесная двойная система, которая вращается все с тем же периодом — 4,8 часа. Видимо, вещество перетекает с одного из тел этой двойной системы на другое и неравномерность перетекания приводит к сильным вспышкам излучения. Кстати, во время вспышки объект в Лебеде X-3 мог бы, видимо, считаться чемпионом гамма-излучения — его светимость в этом диапазоне составляла чуть ли не 10 процентов светимости всей Галактики.

Весьма интересно наблюдать в гамма-диапазоне ядро Галактики, область с размерами около 1 парсека (примерно 0,003% от «диаметра» Галактики). В инфракрасном диапазоне светимость ядра, этой, как его называют, астрофизической особенности в 100 миллионов раз превышает светимость Солнца. Предварительные наблюдения галактического ядра в гамма-диапазоне дают основание считать, что интенсивность космических лучей здесь во много раз больше, чем в окрестностях Солнца.

Еще два галактических источника гамма-излучения отождествлены с облаками межзвездного газа в созвездиях Змееносца и Ориона. Наиболее мощные источники за пределами Галактики — это квазар 3С 273 и галактика NGC 4151. У этой Галактики, кстати, зарегистрировано не только жесткое, но и мягкое гамма-излучение. Другой объект, испускающий мягкие гамма-лучи, — галактика Центавр А.

Из некоторых областей принимается довольно мощный поток излучения с энергией 0,5 МэВ, характерной для аннигиляции электрона и позитрона. Проще всего было бы предположить, что в этих районах вещество встречается с антивеществом, однако существуют более простые модели, объясняющие появление линии 0,5 МэВ. Скорее всего с электронами аннигилируют позитроны, родившиеся при после-



У совершенно разных пульсаров отмечена очень похожая форма импульсов гамма-излучения. Слева графики для пульсара в Крабовидной туманности, справа — в созвездии Парусов.



Типичный гамма-всплеск, зарегистрированный одновременно на трех космических аппаратах (а, б, в).

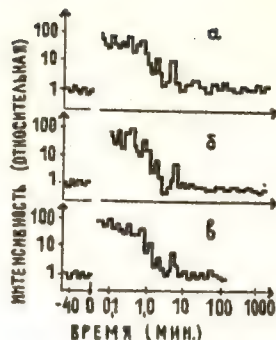
довательном распаде  $\pi^+$  мезона или при распаде радиоактивных ядер. Подобные процессы, возможно, идут в центре Галактики и на Солнце (во время вспышек).

Уже приведенные примеры показывают, о каких тонких процессах могут рассказать наблюдения в гамма-диапазоне. Среди этих объектов, кстати, есть один, представляющий для нас, землян, большой интерес, — это Солнце. Гамма-излучение спокойного Солнца пока не обнаружено, и это вполне объяснимо — трудно представить себе, что на поверхность нашего светила из его глубин прорывается существенное количество гамма-квантов. Но во время солнечной вспышки гамма-излучение было зарегистрировано, причем одновременно несколькими телескопами. Так, вспышки 4 и 7 августа 1972 года были отмечены в гамма-диапазоне советской и французской аппаратурой, установленной на нашем спутнике «Прогноз», и американской аппаратурой на спутнике «OSO-7». При этом были обнаружены дискретные линии излучения с энергией около 0,5 МэВ; 2,2 МэВ; 4,4 МэВ; 6,1 МэВ. Регистрация линии 2,2 МэВ стала первым экспериментальным фактом, указывающим на появление потока солнечных нейтронов во время хромосферной вспышки, — захват нейтронов протонами должен сопровождаться рождением гамма-квантов с энергией 2,2 МэВ.

Интерес физиков к Солнцу в значительной мере связан с тем, что это самый близкий к нам природный термоядерный реактор, в котором происходят многие не воспроизводимые пока в лабораториях процессы. И вполне естественно, что в изучении таких процессов многого можно ждать от гамма-астрономии, которая как раз исследует излучения, возникающие в процессе ядерных реакций.

Гамма-астрономия преподнесла астрофизикам приятный сюрприз — сравнительно редкие, но очень мощные всплески гамма-излучения, приходящие с разных направлений (см. «Наука и жизнь» № 12, 1979). Сейчас зарегистрированы сотни гамма-всплесков, очень много всплесков обнаружили гамма-телескопы Ленинградского физико-технического института имени А. Ф. Иоффе, установленные на станциях «Венера-11» и «Венера-12». Регистрация гамма-всплесков происходила во время многомесячного полета станций к Венере: это большая работа, и ее результаты, бесспорно, заслуживают отдельного подробного рассказа.

Как ни радуют нынешние успехи гамма-астрономии, нужно ясно сознавать, что она пока делает свои первые шаги. Двадцать лет назад этого научного направления вообще не существовало, а основные результаты здесь получены за последние пять лет. Гамма-астрономии еще далеко даже до астрономии соседнего рентгеновского диапазона, где, в частности, число обнаруженных



дискретных источников исчисляется сотнями и где по результатам наблюдений можно делать не только качественные, но и количественные выводы.

Есть все основания полагать, что гамма-астрономия резко продвинется вперед с появлением инструментов следующего поколения, над которыми работают сейчас в ряде стран, в том числе и в Советском Союзе. Возглавляемые Институтом космических исследований АН СССР научные коллективы ряда институтов Академии наук и Министерства высшего и среднего специального образования при участии французских ученых создают аппаратуру орбитальной космической обсерватории ОКО. Ее основной установкой будет весьма совершенное и сложное сооружение массой около полутора тонн — телескоп «Гамма» для регистрации квантов с энергией более 50 МэВ. Основные характеристики этого гамма-телескопа будут, значительно лучше, чем у нынешних инструментов. Он, в частности, будет с точностью до десятых долей градуса определять угол прихода гамма-квантов с энергией 100 МэВ и регистрировать источники, от которых в телескоп попадает в среднем всего несколько квантов в час.

В порядке подготовки к работе с обсерваторией ОКО на космических комплексах «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс» с помощью малогабаритного гамма-телескопа «Елена» проводились исследования фоновых условий, которые необходимо будет учитывать при наблюдениях астрофизических объектов.

Уже сейчас видны некоторые задачи, которые можно будет решить с помощью гамма-телескопов нового поколения. В частности, резко увеличится число выявленных дискретных источников и можно будет определить их вклад в диффузное излучение. Появится возможность более точно оценить состав космических лучей в разных районах Галактики и за ее пределами, сделать более определенное суждение о химическом составе межзвездной материи. Одним словом, дальнейший прогресс гамма-астрономии, в частности связанный с запуском на орбиту новых телескопов, углубит наши знания о Вселенной, о физических процессах и законах, которые изучает и использует в своей практической деятельности человек.

Крепко спаянные в нервную ткань, клетки мозга связаны друг с другом переплетающейся сетью отростков и плотно окружены множеством мелких клеток-спутников — множеством глиальных клеток. И тем не менее ученые впервые зарегистрировали подвижность нейронов, — правда, ею обладают нейроны, выращиваемые вне организма по методу культуры тканей.

Для изучения такого движения нейронов сотрудники Лаборатории биофизики нервной клетки (Институт биофизики АН СССР, г. Пущино) использовали прием, позволяющий следить за медленно протекающими процессами, так называемую цейтраферную съемку. При съемке с помощью микроскопа между соседними кадрами проходит 5 минут, а просмотр идет, как обычно, — 24 кадра в секунду, время как бы спрессовывается.

В нервной ткани нейроны имеют неправильную, удлинненную форму, от тела клетки отходят многочисленные отростки. Извлеченные из мозга моллюска (опыты велись на нервных клетках виноградной улитки и прудовика) и помещенные в питательную среду, нейроны трансформируются. В течение первых нескольких часов нервные клетки приобретают шарообразную форму, при этом обязательно происходит обратное развитие отростков, они как бы убираются, «впячиваются» в тело клетки. Только такие шарообразные нейроны способны к поступательному и вращательному дви-

жению по поверхности стеклянной подложки.

Механизм активного движения этих клеток пока не ясен. Зачем и куда движутся нейроны? Может быть, это случайное движение или же они идут, «куда ветер дует», как перекасти-поле в степи? Таким «ветром» могла бы быть, например, некоторая неравномерность концентраций веществ в объеме, окружающем нейрон. Жизнедеятельность клеток как в ткани, так и в искусственной питательной среде связана с выделением за границу клеточной мембраны значительного количества продуктов обмена веществ. Возможно, избыток или недостаток их как раз и организует такой микроперекус, неоднородность концентраций, которая задает направление движения для нейронов.

Через несколько суток у нейронов в культуре начинают прорастать отростки, но клетки сохраняют еще некоторое время двигательную активность. Через неделю это уже не изолированные шарики, а нечто напоминающее нервную ткань, сблившиеся нейроны образуют агрегаты, соприкасающиеся между собой с помощью проросших волокон.

**В. АРХИПОВ, М. КОСТЕНКО.** Подвижность и взаимодействие в культуре изолированных нейронов взрослых моллюсков. «Журнал эволюционной биохимии и физиологии» № 12, том XVII, 1981.

## КУБАНЬ — «КОНСКАЯ РЕКА»

За последнее тысячелетие название реки Кубань полностью или частично менялось более 300 раз. Об этом свидетельствуют многие архивные и картографические документы. Большинство античных авторов упоминали нынешнюю Кубань под именем Антикес. Это название можно трактовать в переводе с древнегреческого как «осетровая река». Действительно, известно, что и во времена Босфорского царства и в средние века в низовьях Кубани был развит промысел осетровых пород рыб. В те времена икра и балыки вывозились в Грецию и в Италию.

Название Вардан для Кубани впервые встречается у Птолемея, а позже с теми или иными искажениями оно повторялось в письменных источниках вплоть до XIX века. Это географическое название некоторые авторы переводят как «река дождя» или «широкая река». Происхождение самого слова «вардан» вызывает споры: одни исследователи связывают его с санскри-

том, другие — приписывают ему кельтское происхождение. Более вероятно, что корень «вар», который встречается в большинстве индоевропейских языков, позволяет перевести название Вардан как «бурливая» или «стремительная» река.

В наше время известно урочище Вардан на Черноморском побережье Кавказа вблизи города Сочи. В этих местах некогда обитало одно из черкесских племен, которое носило то же название — «вардан». Не исключено, что, когда-то переселившись, это племя могло дать свое имя реке, нынешней Кубани. Само явление переноса географических названий с прежних мест обитания на новые известно для всех цивилизаций: достаточно вспомнить, что на карте Северной Америки есть Новый Орлеан, а в Австралии существует множество английских названий.

Гипанис — этимология этого названия Кубани восходит к древнегреческому «иппос», что переводится как «лошадь».



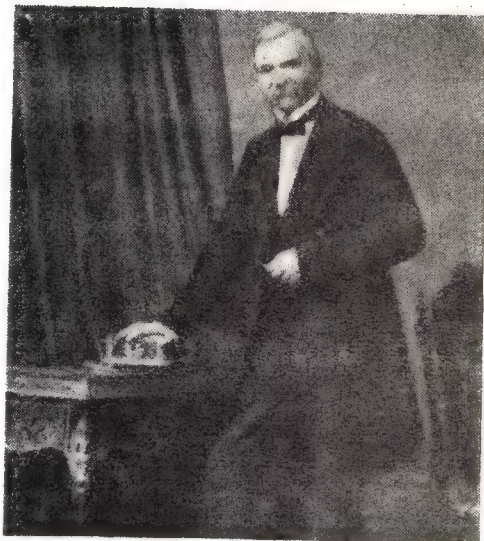
**Декабрист М. М. Нарышкин. Париж. 1859 г. Из собрания отдела рукописей Государственной библиотеки имени В. И. Ленина.**

В отделе рукописей Государственной библиотеки имени В. И. Ленина хранится акварельный портрет М. М. Нарышкина, исполненный художником-декабристом Н. А. Бестужевым. Точная дата, когда был написан этот портрет, неизвестна. Однако возраст декабриста и манера письма художника позволяют отнести время создания портрета к 1829—1830 годам, то есть к читинскому периоду каторги декабристов.

В село Высокое после окончания ссылки вернулся в 1844 году декабрист М. М. Нарышкин. На свои средства он выстроил школу и учил крестьянских детей.

В отделе рукописей Государственной библиотеки имени В. И. Ленина хранятся фотографии супругов Нарышкиных. На одной из этих фотографий изображен Михаил Михайлович. Он стоит, опершись правой рукой на шкатулку, лежащую на небольшом столике. Большой лоб, спокойный, уверенный и немного иронический взгляд... На оборотной стороне этой небольшой, кабинетного типа, фотокарточке надпись по-французски: Дисдери и К<sup>о</sup>, фотография е. и. Величества, Итальянский бульвар, 8, Париж.

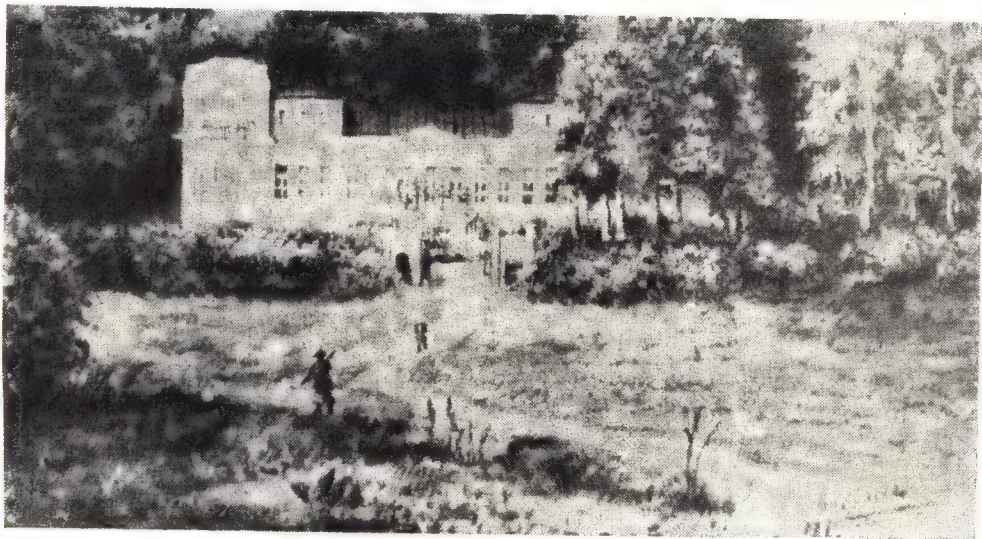
На следующей фотокарточке изображена его супруга — Елизавета Петровна. Интерьер фотостудии на обоих снимках один и тот же (стол, шкатулка, стул, занавес), но на оборотной стороне последнего снимка напечатано: «Фотография Ф. Вишневого в Москве, Газетный переулок. Дом Фульда». Невольно возникает вопрос: где же все-та-



ки были сделаны первоначальные фотографии — в Париже или в Москве? Вопрос этот разрешился с помощью ныне уже покойного Ф. Е. Вишневого, главного хранителя фондов музея В. А. Тропинина. Оказалось, Феликс Савельевич, родной дед Ф. Е. Вишневого, поляк, высланный в Москву за участие в польском восстании 1863—1864 годов, открыл свою фотографию в конце 60-х годов. Вероятно, оригиналы обеих фотокарточек сделаны в Париже в 1859 году, а в Москве уже после смерти М. М. Нарышкина (он умер в 1863 году), а может быть, и после того, как умерла Елизавета Петровна Нарышкина (1867 год), фотокарточки были пересняты в фотографии Ф. Вишневого.

**Зид на усадьбу Нарышкиных в селе Высоком Тульской губернии. Художник Васильев. 1881 г. Из семейного архива Нарышкиных.**

**Публикация А. НАРЫШКИНА.**



# НА ГРАНИЦЕ ДВУХ ОБЛАСТЕЙ ХИМИИ

Химию традиционно принято делить на две ветви — неорганическую и органическую. У этих дисциплин относительно мало общего и в объектах и в методах исследования. Между ними лежит пограничная область — металлоорганическая химия. Интересна судьба этой давно родившейся и в то же время весьма молодой науки. В последние годы она развивается особенно бурно, давая богатые результаты. Металлоорганические соединения стали широко применяться и в органическом синтезе и в промышленных каталитических процессах.

Статья рассказывает об одной из наиболее интересных отраслей металлоорганической химии — химии органических комплексов переходных металлов.

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

## ПОЛТОРА ВЕКА ИСТОРИИ

Далеким 1827 год. Периодическая система элементов будет построена Менделеевым лишь через сорок лет. Три с лишним десятилетия пройдет, прежде чем Бутлеров создаст теорию органических соединений. Вся первая половина прошлого века — время собирания научных фактов, кажущихся не связанными, загадочными, необъяснимыми.

Одним из таких фактов стало открытие датского фармацевта Цейзе. В 1827 году он обнаружил вещество, в котором уживались молекула этилена и атом платины. Для нынешнего химика подобные соединения (их называют металлоорганическими) не диковинка. Но в ту пору многие ученые просто отказывались верить в возможность сочетания неорганической и органической частей в одной молекуле.

Через несколько десятилетий другие химики подтвердили существование соединений ненасыщенных углеводородов с платиной, получили аналогичные комплексы с пропиленом и другими олефинами. Однако ни один из этих первооткрывателей не имел никакого представления о молекулярном строении соли Цейзе и подобных ей веществ.

Что ж, в то время загадкой казалось строение куда более простых органических соединений. Поэтому открытие Цейзе не привлекло внимания исследователей, представлялось неким казусом в мире неорганических и органических веществ. Можно сказать, что металлоорганическая химия родилась, но об этом еще никто не знал...

Впрочем, в учебниках можно найти другую дату возникновения химии металлоорганических соединений — 1848 год, когда англичанин Франкланд синтезировал вещество, в котором две метильные группы связаны с атомом цинка. На самом деле в этом году возникла новая, поначалу более плодотворная ветвь химии металлоорганических соединений. Мы имеем в виду химию органических соединений непереходных металлов, к числу которых принадле-

жит цинк. А платина, входящая в состав соли Цейзе, — металл переходный.

Мы подошли к тому пункту нашего повествования, когда необходимо объяснить, что такое переходные и непереходные металлы.

## МЕТАЛЛ МЕТАЛЛУ РОЗНЬ

Хорошо известно, что в атомах электроны располагаются на определенных энергетических уровнях. Рассмотрим поподробнее, как это происходит.

Возьмем натрий. В его атоме три энергетических уровня, занятых электронами. Два из них находятся на самом близком к ядру уровне, восемь располагаются на следующем и один-единственный — на внешнем. Сразу же заметим: первый и второй уровни несут максимально возможное число электронов.

Элемент, следующий в периодической системе за натрием, — магний. У него на один электрон больше, и этот дополнительный электрон поступает, естественно, на внешний, третий уровень. Для того чтобы получить алюминий, кремний, фосфор, серу, хлор и аргон, нужно поместить все на тот же третий уровень три, четыре, пять, шесть, семь и восемь электронов соответственно.

У атома калия, расположенного в менделеевской таблице за аргоном, на внешнем уровне — опять-таки единственный электрон. Только внешний уровень здесь не третий, а четвертый. Третий же, предыдущий слой несет, как уже говорилось, восемь электронов. Нужно заметить, что эти восемь электронов не вполне равноценны в энергетическом отношении — они слегка различаются по энергиям (см. цветную вкладку). Подуровень двух электронов из восьмерки, обладающих несколько меньшей энергией, обозначается буквой s. Остальные электроны находятся на чуть более высоком подуровне, символ которого — буква p. Максимальная емкость подуровня s — два электрона, подуровня p — шесть электронов. И, таким образом, в атоме калия электроны располагаются по подуровням именно так, как описано выше. В атоме кальция на один электрон больше,



чем в атоме калия, и этот добавочный электрон расположен также на четвертом уровне (см. 6—7 стр. цветной вкладки).

Скандий. По сравнению с атомом кальция — еще один электрон. Куда его поместить? Подуровень 4s занят полностью (два электрона). Есть возможность занять р-подуровень четвертого уровня. Но этого не происходит. Почему?

Дело в том, что третий слой насчитывает не два подуровня, о которых говорилось выше, а три. И самый верхний из них, отмечаемый буквой d, пролегал между s- и р-подуровнями четвертого слоя. А электрон всегда предпочитает расположиться на слое с минимальной возможной энергией. Он так и поступает: в атоме скандия он помещается на d-подуровень третьего слоя. Нетрудно догадаться, что в атоме титана и дальнейших элементов дополнительные электроны поступают на тот же подуровень. Максимальная его емкость — десять электронов, и поэтому у ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля и меди происходит последовательное заполнение именно d-подуровня.

Ситуация здесь напоминает пассажирский поезд. От конечной станции вагон отходит полупустым, и, естественно, все пассажиры располагаются на нижних полках — никто не полезет на верхнюю, если свободно более удобное нижнее место. Поезд останавливается на станциях, новые пассажиры входят в вагон и располагаются по возможности на нижних полках. Но пассажиров становится все больше, и в конце концов оказываются занятыми все места — и нижние и верхние.

В атоме цинка укомплектован и весь третий слой, включая его d-подуровень, и s-подуровень четвертого слоя. Поэтому при переходе к галлию электрон поступает на р-подуровень четвертого слоя. Этот подуровень со временем окажется полностью укомплектованным, и у рубидия электронная структура повторит структуру атома калия. Подуровень d четвертого слоя начнет заполняться у иттрия, и так вплоть до серебра. В образованных более тяжелыми элементами периодах d-подуровни не полностью укомплектованы у металлов от лантана до золота и от актиния до... Впрочем, здесь еще не закончено строительство самой периодической системы.

Мы видим, что в электронных оболочках одних металлов имеются целиком заполненные (то есть содержащие 10 электронов) d-подуровни, в атомах же других металлов эти подуровни содержат меньше, чем 10 электронов. Металлы первого типа называются непереходными, вторые принадлежат к классу переходных. Схему разделения металлов на переходные и непереходные читатель может найти на цветной вкладке.

### ВЗРЫВ

Как мы уже говорили, химия непереходных металлов на первых порах оказалась удачнее, чем химия металлов переход-

ных. Работы Франкланда быстро получили признание и дальнейшее развитие. В последующие годы и десятилетия были синтезированы и изучены соединения, содержащие атом углерода, связанный с ртутью и оловом, литием и натрием, свинцом и магнием. Оказалось, что некоторые непереходные металлы могут весьма успешно применяться в органическом синтезе. Превращения органических веществ под действием производных магния, цинка, лития, натрия сегодня хорошо известны любому химику.

Что же касается металлоорганической химии переходных металлов, то можно сказать, что она поначалу развивалась черепашьими темпами. Резкий перелом произошел в середине нашего столетия. Именно в это время был случайно открыт ферроцен — металлоорганическое производное железа\*, была предложена структура дибензолхрома, известного еще с 1919 года, была разработана модель молекулы соли Цейзе.

В химии известны реакции, которые имеют индукционный период. Так называют время, когда реакция протекает очень медленно, практически незаметно. Часто бывает, что после индукционного периода процесс начинает неожиданно ускоряться и протекает весьма бурно. Так вот, не будет преувеличением сказать, что в пятидесятые годы нынешнего века индукционный период существования металлоорганической химии переходных элементов сменился прямо-таки взрывообразным развитием.

За короткий период в одно-два десятилетия были получены тысячи и тысячи удивительных соединений, структуры которых раньше химикам, как говорится, и не снились. Оказалось, что переходные металлы образуют комплексные\*\* соединения и с олефинами (первый пример здесь — соль Цейзе), и с ароматическими углеводородами, и с ацетиленами, и присоединяют при этом в самых разных сочетаниях частицы окиси углерода, фосфинов, аммиака... Пожалуй, даже мир бесконечно разнообразных органических соединений потускнел перед таким богатством невероятных сочетаний. Вдобавок ко всем этим экзотическим производным переходные металлы с непредвиденной легкостью образовывали простые, двойные и тройные связи с атомами углерода. Несколько примеров металлоорганических комплексов приведено на следующей странице.

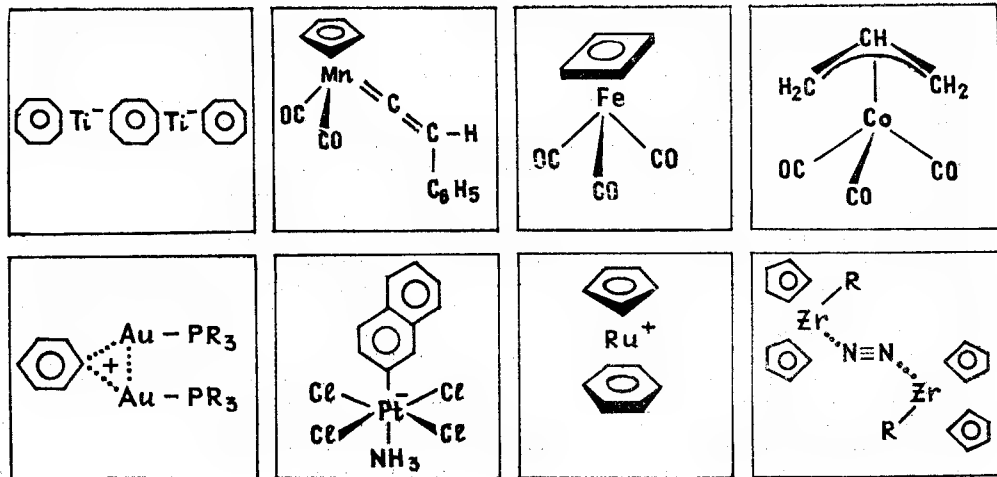
### АТОМЫ, ЭЛЕКТРОНЫ, ОРБИТАЛИ

Какие же силы привязывают столь разнообразные органические частицы к атомам переходных металлов?

Как и во всех других химических соединениях, «клеем», скрепляющим отдельные атомы в молекуле, служат электроны. В каждом атоме электроны, как мы только

\* См. «Наука и жизнь» № 11, 1973 г., стр. 112—116.

\*\* См. «Наука и жизнь» № 1, 1979 г., стр. 27—32.



Приведенные здесь структуры призваны дать некоторое представление об удивительном многообразии мира металлоорганических комплексов. Один из самых легких переходных металлов, титан, как недавно установлено, может образовывать трехслойный бутерброд с восьмичленными органическими молекул. В комплексе другого металла — марганца — наличествует сразу несколько типов связи: здесь и  $\pi$ -связь с пятичленным циклопентадиенилом, и двойная карбеновая связь, и характерная для так называемых карбониллов связь с молекулой окиси углерода. В чистом виде четырехчленное кольцо циклобутана весьма неустойчиво, но стоит связать такой квадрат, состоящий из четырех групп  $\text{CH}$ , с железонакарбонильной группой, как получается вполне «живучее» вещество. А вот атом кобальта позволяет упрочнить даже нециклическую молекулу, составленную тремя атомами углерода. Переходные металлы — скажем, цирконий — могут присоединять к себе необычайно инертные молекулы азота. В недавно полученном комплексе рутения атом металла соединен  $\pi$ -связями с пятичленным циклопентадиенилом и шестичленным бензолом. А если ввести в реакцию соль платины и родственный бензолу нафталин, образуется соединение с  $\sigma$ -связью. Один атом водорода в бензоле так же легко заменяется на платину, а в комплексе с золотом бензольный углерод завязывает необычную связь сразу с двумя атомами металла.

что говорили, располагаются по различным уровням энергии, а каждый уровень расщепляется еще на несколько подуровней.

На цветной вкладке, где разъяснялся этот факт, электроны изображались точками. Этот прием не должен вводить в заблуждение: в атоме электроны не отмечены точками, их положения в пространстве не определены, можно лишь указать области пространства, где с наибольшей вероятностью находится тот или иной электрон — эти области называют электронными облаками.

И вот оказывается, что каждому подуровню, на котором может располагаться электрон, соответствует облако определенной формы. Химики называют электронные облака орбиталями. По современным пред-

ставлениям, если два атома располагаются в пространстве таким образом, что их орбитали в каких-то местах как бы накладываются друг на друга, перекрываются, возникает химическая связь между этими атомами. Поскольку известно несколько видов орбиталей, а перекрываться они могут в разных сочетаниях, то и связи завязываются несколькими различными способами.

Пример связи самого простого типа — это связь атома переходного металла с метильной группой (см. цветную вкладку, рисунок в нижнем левом углу).

Обратите внимание: показанная на этом рисунке конструкция из перекрывающихся электронных облаков обладает осевой симметрией. Такие связи обозначаются греческой буквой  $\sigma$  (сигма), а соединения, в которых она имеется, называются  $\sigma$ -комплексами.

Надо сказать, что  $\sigma$ -комплексы — наименее оригинальные образования из тех, в которые входят переходные металлы: связи непереходных металлов с углеродными группами принадлежат к тому же типу. Гораздо интереснее посмотреть, как образуются комплексы с ненасыщенными соединениями. Что будет, например, если атом или ион переходного металла приблизится к молекуле этилена? Впрочем, давайте сначала рассмотрим электронное устройство «партнеров».

Каждый атом углерода в этиленовой молекуле несет четыре электрона. Два из них спариваются с электронами двух атомов водорода, облако третьего перекрывается с таким же облаком другого атома углерода. А вот четвертый электрон с точно таким же электроном другого углеродного атома образует облако, которое называется молекулярной  $\pi$ -орбиталью\*. Такая орбиталь состоит из двух частей. Одна из них — так называемая связывающая  $\pi$ -орбиталь — своей формой напоминает два

\* См. «Наука и жизнь» № 9, 1980, стр. 50—53.



огурца, расположенных по разные стороны от плоскости симметрии молекулы этилена (см. цветную вкладку). Кроме того, в этилене имеется разрыхляющая  $\pi$ -орбиталь — это четыре дольки, витающие несколько в стороне от атомов углерода. Вся электронная плотность  $\pi$ -электронов в этилене сосредоточена на связывающей орбитали между атомами углерода. Разрыхляющие же орбитали электронов не несут; это, так сказать, «мнимые» облака.

Нечто похожее имеется и в атоме переходного металла платины. Все электроны этого атома образуют несколько орбиталей, среди которых есть и заполненные и «мнимые». В комплексе этилена с платиной происходит такое явление: электроны с заполненной связывающей  $\pi$ -орбитали этилена переходят на пустую орбиталь платины, и одновременно атом платины отправляет свои электроны в заполненной орбитали на пустую  $\pi$ -орбиталь этилена.

Вот как хитро устроена связь в так называемых  $\pi$ -комплексах металлов! Сходным образом построены двойная и тройная связи между атомами углерода и переходного металла в карбеновом и карбиновом комплексах, впервые полученных лауреатом Нобелевской премии Э. Фишером. Структура этих комплексов показана на цветной вкладке.

Вот теперь, познакомившись с различными типами связей, мы можем ответить на вопрос: почему же переходные металлы, в отличие от элементов непереходных, способны образовывать соединения столь причудливых конфигураций? Дело в том, что у переходных металлов в связывании принимают участие орбитали  $d$ -электронов с их сложной формой, которые перекрываются с орбиталями партнеров по связи. У непереходных же элементов  $d$ -орбитали, полностью укомплектованные, не проявляют никаких поползновений делиться этими электронами с партнерами, да и принимать новые электроны некуда, все полки заняты.

## КОМПЛЕКСЫ-КАТАЛИЗАТОРЫ

Металлоорганические комплексы расширили представления о химической связи, обогатили химию новыми, не встречающимися в природе структурами. Однако эти комплексы представляют не только чисто академический интерес. В последние годы они начинают находить все более широкое практическое применение.

Вот один лишь пример (см. рисунок внизу): при помощи так называемого  $\pi$ -аллильного комплекса никеля в одну стадию можно синтезировать витамин К. До сих пор его синтез представлял трудную проблему.

Огромную роль играют соединения переходных элементов в каталитических процессах, когда такое соединение выступает в мимолетные взаимодействия с органическими молекулами, понуждает их к химическим реакциям, но само выходит из процесса в неизменном виде. Чем же обусловлено такое чудодейственное свойство переходных металлов?

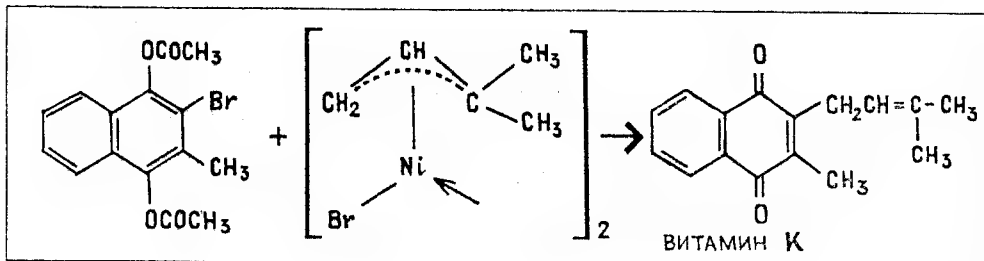
Оказывается, металл может влиять на связанную с ним молекулу и притом несколькими различными способами.

Посмотрите еще раз на цветную вкладку, где изображены связи в металлоорганических комплексах, например, в  $\pi$ -комплексе этилена. Присоединение металла к двойной связи приводит к тому, что электронная плотность  $\pi$ -электронов частично перетягивается на металл. Можно высказать такое предположение: если этилен соединяется с металлом, то двойная связь должна как бы превратиться в простую. Верно ли это? И если верно, то как это показать?

Приведем по этому поводу один пример, который хорошо иллюстрирует методы научного исследования, когда результат получается, так сказать, не прямо в лоб, а косвенным способом. Молекула упоминавшегося выше ферроцена представляет собой бутерброд, в котором атом железа зажат между двумя плоскими пятичленными кольцами. Один из десяти атомов водоро-

Использование металлоорганического  $\pi$ -аллильного комплекса никеля позволяет из производного нафталина в одну стадию получить витамин К.

Слова «в одну стадию» содержат весьма значительный смысл. Дело в том, что ни один промышленный химический синтез не обходится без отходов, ни один не дает стопроцентного выхода. Если в процессе много стадий, то даже при довольно высоком выходе каждой из них окончательный результат может оказаться ничтожным. Конкретный пример: если на каждой стадии выход составляет 80 процентов, а всего таких стадий десять, то в итоге в намечавшийся продукт превратится лишь десятая доля сырья. Иными словами, если на каждой стадии отходы составляют довольно незначительную, всего лишь пятую часть, то суммарное их количество за десять стадий составит уже 90 процентов! Вот почему изобретение одностадийного процесса для получения из любого важного продукта всегда расценивается как крупное достижение.



да в ферроцене может быть замещен на какую-либо группировку. Если в этой группировке присутствуют лишь простые связи углерод — углерод, в спектре раствора такого соединения имеется полоса поглощения по длине волны 440 нм (см. спектр этилферроцена на цветной вкладке). Вещество, поглощающее в этой области, окрашено в желто-оранжевый цвет. Если же в заместителе содержится двойная связь, полоса поглощения смещается, и вещество уже темно-красного цвета. Но вот оказывается, что, если такая двойная связь соединяется с железокарбонильной группировкой  $\text{Fe}(\text{CO})_4$ , образующийся комплекс поглощает при той же длине волны, что и этилферроцен. Не свидетельствует ли это того, что двойная связь приобрела свойства ординарной?

Итак, первый способ, которым металл действует на органическую молекулу, — это как бы надрыв двойной связи. Соединение переходного металла можно в этом случае уподобить ножницам, надрезающим одну из черточек двойной связи. Связь между двумя атомами углерода становится не такой уж и прочной — а это уже немало: ведь иногда чрезмерная прочность двойной связи мешает протеканию химических реакций. Если прибавить соль переходного металла (палладия, платины, родия) к органической молекуле, на конце длинного хвоста которой находится двойная связь  $\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}$ , то металл на какое-то мгновение привяжется к этой двойной связи и «надрежет» ее, но она тут же возникнет между соседними атомами углерода:  $\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}$ . В результате окажется, что металл катализировал перемещение двойной связи, позволил получить из одного изомера другой, более ценный: кратная связь в глубине молекулы прочнее.

Многие реакции в химии протекают так: две молекулы сближаются, какие-то связи между атомами рвутся, а новые завязываются. Связующую роль в молекулах, как известно, выполняют электроны, стало быть, разрыв старых и образование новых связей заключается в перераспределении электронов между атомами, входящими в состав реагирующих молекул. Логично заключить, что если встречаются две молекулы, одна из которых богата электронами, а другая бедна, то они станут реагировать весьма охотно. И наоборот: если встречаются молекулы, одинаково богатые электронами, то они не испытывают никакого желания завязать химическую связь. Действительно, возьмем этилен, молекула которого располагает двумя  $\pi$ -электронами, и воду, в молекуле которой атом кислорода несет две неподеленные электронные пары. Можно проболтать газобразный этилен сквозь воду сколько угодно — никакого взаимодействия вы не обнаружите. Но добавьте в раствор соль переходного металла палладия, и картина в корне изменится. Палладий немедленно образует с этиленом  $\pi$ -комплекс, в котором  $\pi$ -электроны как бы стянуты с олефина

на металл. Такой обедненный электронами этилен охотно реагирует с богатыми электронами молекулами воды, присоединяет их. Но это еще не все. Атом палладия после этого полностью перетягивает на себя электроны, то есть окисляет органическую молекулу. Поэтому из этилена образуется не этиловый спирт  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , как было бы при простом присоединении воды, а уксусный альдегид  $\text{CH}_3\text{CHO}$ . Атом палладия, отобравший у этилена его электроны, быстро передает их кислороду воздуха, а сам принимается за окисление новой молекулы углеводорода.

В настоящее время по этому методу, где в качестве катализатора используется соль палладия, из этилена производится огромное количество уксусного альдегида. Уксусный альдегид, в свою очередь, превращается в уксусную кислоту, играющую весьма важную роль в производстве волокон, растворителей, душистых веществ. Механизм этого процесса стал известен в деталях благодаря работам советского ученого И. И. Моисеева с сотрудниками.

## ОКИСЛЕНИЕ... ВОДОРОДОМ

В числе многообразных химических превращений значительную часть составляют окислительно-восстановительные реакции. Так называются процессы, в ходе которых элементы меняют степень окисления.

Если степень окисления элемента увеличивается, то говорят, что элемент окисляется. Так происходит, например, когда нейтральные атомы металлов превращаются в положительно заряженные ионы, соединяясь с кислородом. Обратный переход из положительно заряженных ионов в нейтральное состояние, то есть получение металла из его окиси или соли, — процесс восстановительный. Хорошие восстановители — уголь, окись углерода. К их числу принадлежит и водород: он легко вступает во взаимодействие с окислами металлов, отбирает у них кислород и превращается в воду. Представить водород окислителем — помилуйте!

И все же... Рассмотрим такую реакцию — присоединение водорода к этилену. Она протекает в несколько этапов. На первой стадии в водородной молекуле происходит разрыв связи между атомами и образуются два радикала  $\text{H}\cdot$ , то есть две частицы, несущие неспаренный электрон. Эта реакция требует затраты энергии 103 ккал/моль. На второй стадии радикал водорода реагирует с молекулой этилена  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  с образованием нового радикала  $\text{CH}_3\text{CH}_2\cdot$  и выделением 39 ккал/моль. Наконец этильный радикал и радикал водорода соединяются в молекулу этана; при этом выделяется энергия 98 ккал/моль.

В целом реакция энергетически выгодна. Но вот огромная энергия, требуемая для первой стадии, делает реакцию практически невозможной.

Введем теперь в нашу систему соединения переходного металла родия, так называемый комплекс Уилкинсона, предложен-

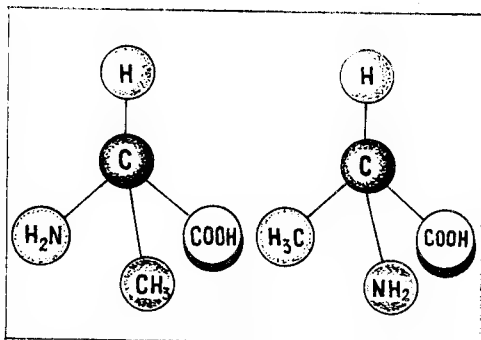


ный в качестве катализатора в 1965 году (см. цветную вкладку, соединение А). В этом веществе родий, несущий один атом хлора и потсму имеющий степень окисления +1, связан еще с незаряженными молекулами трифенилфосфина. Комплекс быстро и легко реагирует с молекулой водорода, разрывая связь  $H-H$  и присоединяя два атома водорода к металлу (соединение Б на цветной вкладке). Родий при этом становится трехвалентным, окисляется. Вот тот самый процесс, в котором водород выступает как бы окислителем.

Но почему возможно такое легкое присоединение водорода к атому родия? Дело в том, что здесь разрыв старых связей происходит одновременно с образованием новых, а это, конечно, очень упрощает дело. Таким образом, атом переходного металла выполняет роль клина, который аккуратно внедряется в связь между двумя атомами и без значительных энергетических затрат разрывает эту связь.

Вторая стадия: производное трехвалентного родия присоединяет к себе молекулу олефина, и образуется п-комплекс (соединение В). В дальнейшем молекуле олефина предстоит взаимодействовать с атомом водорода. Обратите внимание — олефин и водород уже находятся рядом, реагенты сближены в пространстве. Продолжая наше сравнение, можно сказать, что в данном случае атом металла играет роль веревки, подтягивающей друг к другу две детали, которым суждено скрепиться прочными связями. Но это еще не все: двойная связь в олефине обеднена электронами, которые отсасывает атом родия. Атом водорода, на котором находится некоторый избыток электронной плотности, прочно связан с атомом родия и находится, благодаря тому же атому родия, рядом с двойной связью. Все подготовлено к тому, чтобы атом водорода присоединился по двойной связи. Образующийся при этом сигма-комплекс (соединение Г) неустойчив и отщепляет одновременно алкильную часть и второй атом водорода. То есть от атома родия отходит восстановленная органическая молекула. Катализатор высвобождается при этом в первоначальном виде и готов взяться за соединение водорода с новой молекулой олефина. Таким манером один атом родия, словно игла швейной машины, сшивает тысячи молекул.

Комплексы переходных металлов могут выступать и как поставщики электронов, если такие необходимы. В 1977 году академик А. Н. Несмеянов и автор этой статьи обнаружили: двойная связь легко надрывается карбонилем молибдена  $Mo(CO)_6$  и присоединяет затем атомы водорода. Водород для процесса берется из воды, что, конечно, очень удобно. Однако в воде этот элемент находится в виде протонов, то есть атомов водорода, облеченных электронами, и для исправления такого недостатка молибдену приходится расставаться со своими электронами. Возможно, в будущем удастся подобрать другой восстановитель, и тогда молибдену останется только роль



На рисунке — два стереоизомера аминокислоты аланина. Они отличаются лишь взаимным расположением в пространстве аминогруппы и метила. Это небольшое, казалось бы, различие приобретает существеннейшее значение, когда речь заходит о биосинтезе, о строительстве длинных белковых цепей из аминокислот. Организм может использовать для этого только изомер, изображенный слева. В простейшем химическом синтезе аланина оба изомера образуются в равных количествах в виде трудноразделимой смеси и, с точки зрения биохимика, второе соединение является ненужным балластом. Если же присоединять водород к производному акриловой кислоты с использованием родиевого катализатора, получается лишь левый изомер в чистом виде. (Нужно только проводить такое гидрирование в присутствии какого-либо вещества, молекулы которого построены несимметрично, как и молекулы самого аланина.)

«иглы» — катализатора. Поиск «иглы», пришивающей атомы водорода к двойной связи, весьма актуален. Такая сшивка — гидрирование, восстановление двойной связи — лежит, например, в основе получения искусственных твердых жиров из жидких растительных масел.

## НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Химия металлоорганических комплексов — молодая отрасль знания, но, поскольку развивалась она весьма бурно (в истории науки найдется немного примеров, которые можно поставить здесь в сравнение), на сегодняшний день строительство ее фундамента, пожалуй, закончено. Выявлены и изучены основные классы соединений, известны закономерности взаимных превращений комплексов.

Иная ситуация в области катализа соединениями переходных элементов. С одной стороны, здесь уже накоплено много фактического материала, многие каталитические процессы нашли промышленное воплощение. Упомянем хотя бы о полимеризации под действием так называемых катализаторов Циглера. Ведь именно этим катализаторам мы обязаны такому широкому проникновению полиэтилена и некоторых других полимеров в технику и быт. Металлоорганический катализ позволяет вводить в самые разнообразные органиче-

ские молекулы карбоксильную, гидроксильную, карбонильную и другие группы, получать из олефинов продукты с удвоенной и утроенной молекулярной массой, синтезировать из спиртов органические кислоты, получать органические вещества из окиси углерода или углекислого газа. Продукты таких превращений — это и лекарства, и красители, и волокна, и душистые вещества. Наконец, проблема создания искусственной пищи, в частности, синтеза аминокислот, составляющих природные белки, также может быть решена с привлечением металлоорганического катализа. Дело в том, что в традиционном синтезе аминокислоты получают в виде обоих своих зеркальных изомеров, а организму нужен лишь один (см. рисунок на стр. 65). Выходит, что половина продукции — балласт. В последние годы найдено, что гидрирование ненасыщенных кислот в присутствии некоторых несимметрично построенных молекул, содержащих атомы переходных металлов, позволяет получать один пространственный изомер аминокислоты в чистом виде.

И все-таки в металлоорганическом катализе еще очень многое предстоит сделать. Много сил придется потратить на выяснение механизмов каталитических процессов: ведь даже гидрирование в присутствии катализатора Уилкинсона, столь широко применяемое ныне, изучено еще не очень-то основательно. Ясное понимание механизма, по которому действуют металлоорганические катализаторы, позволит направленно и целеустремленно искать новые каталитические реакции и системы. Впрочем, можно надеяться, что и чисто случайно еще будут открыты новые интереснейшие и весьма полезные реакции.

#### ЛИТЕРАТУРА

Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева, том 22, № 5, 1977.

Методы элементоорганической химии. Переходные металлы. Серия монографий под ред. акад. А. Н. Несмеянова, М., «Наука», 1974—1981.

Хенрици-Оливэ Г., Оливэ С. Координация и катализ. М., «Мир», 1980.

Дудзи Д. Органические синтезы с участием комплексов переходных металлов. М., «Химия», 1979.

## ПОДРОБНОСТИ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

(См. 6—7 стр. цветной вкладки).

Все переходные элементы — металлы. Поэтому имеет смысл говорить не о переходных и непереходных элементах, а о переходных и непереходных металлах.

Отличительное свойство переходных металлов — неполная укомплектованность d-подуровня внешнего электронного слоя. (К переходным принято относить также металлы с недоукомплектованными f-подуровнями, то есть лантаниды и актиниды, но их наш рассказ не затрагивает.)

Поскольку d-подуровни имеются лишь у довольно тяжелых элементов, то переходные металлы встречаются в Периодической системе элементов лишь в периодах с достаточно большими номерами — начиная с четвертого. В помещенной на вкладке менделеевской таблице рядом с символами некоторых элементов указано строение их внешнего электронного слоя. По этим данным легко проследить, как нарастает число электронов на d-подуров-

нях переходных металлов. Это нарастание не столь уж плавное: отклонения заметны у хрома, меди, ниобия, молибдена, рутения, родия, палладия, серебра, платины, золота. Чем же объяснить такие отклонения?

Дело в том, что электроны, расположенные в атомах металлов на внешних s- и d-подуровнях, притягиваются к ядру почти одинаково, и потому им ничего не стоит перейти с одного подуровня на другой. Вот почему у меди на подуровне 3d не девять электронов, как следовало ожидать, а десять. Еще разительнее тот же феномен проявляется у палладия: у него подуровень 5s полностью оголен, оба электрона перебрались отсюда на подуровень 4d, получивший, таким образом, все десять электронов, который он способен нести.

Но если d-подуровень полностью укомплектован электронами, то элемент теряет право называться переходным, — может заметить внимательный чита-

тель. Почему же в таком случае медь, серебро, золото и палладий в приведенной здесь таблице помечены цветом переходного металла, а их соседи — цинк, кадмий и ртуть — также имеющие на внешних d-подуровнях по десять электронов, отнесены к непереходным металлам?

Здесь следует напомнить, что в реальных химических соединениях элементы присутствуют не в виде нейтральных атомов, а в виде ионов. У меди, серебра, золота и палладия атомы превращаются в ионы, расставаясь со своим d-электронами. Укомплектованность d-подуровней при этом нарушается, и неудивительно, что по своим химическим свойствам медь, серебро, золото и палладий ведут себя как типичные переходные металлы — например, образуют пи-комплексы.

Напротив, цинк, кадмий и ртуть превращаются в ионы за счет утраты s-электронов, не образуют соединений, в которых их d-подуровень был бы неукомплектован. Оттого по своим химическим свойствам они близки к непереходным металлам — таким, как свинец или сурьма.



# ГОЛОСА МОЛЧАНИЯ

Е. МАНУЧАРОВА.

**Собака в зеркале видит в себе другую собаку, но не себя. Понять себя самого в зеркальном изображении скорее всего может только человек.**

Михаил ПРИШВИН.

Нет для меня ничего прекрасней большой воды. Над широкой рекой и небо большое, и дышишь тут легче, и думаешь четче. Сворачиваю к Малой Невке. Это направо от улицы академика Павлова, в конце которой расположен ИЭМ — Институт экспериментальной медицины Академии медицинских наук СССР.

А повернула бы влево и прошла бы по Кировскому проспекту мимо второй территории ИЭМа, тогда бы спустилась к огромной Неве... Такой уж он, Ленинград — город большой воды.

Чем важнее для человека события, чем эмоциональнее он их воспринял, тем прочней запомнит — так говорят ученые. А новые сведения о мозге человека, которые получены в ИЭМе, волнуют, и, значит, ускоренным должен быть «переход информации из кратковременной памяти в долгосрочную».

Теперь известно, где именно расположены в мозге структуры, которые работают, когда у человека разыгрывается буря страстей. Память организована сложнее. В эволюции она появилась у живых существ раньше. Без нее ни один организм, даже простейший, не смог бы выжить. На ней держится наша психика.

Вот почему, кстати, исследования памяти — одно из ведущих направлений в работе ИЭМа...

...О память светлая, вожатый всех дорог, Благодаря тебе мы жизни знаем цену...

Вспомнив эти строки Альфреда Мюссе, я почему-то тут же, немедленно, забываю об ИЭМе. Мозг играет со мной обычную шутку: думает о том, в чем сам хочет, и мгновенно переносит меня далеко от Невки — на берега Сены...

\* \* \*

Париж. Улица доктора Ру. Пастеровский центр — дом, который по всемирной подпiske построило «благодарное человечество своему благодетелю». Усыпальница —

«Ici repose Pasteur». Да, «здесь покоится Пастер». И я склоняю голову перед надгробной плитой...

Потом иду в рабочие комнаты института, названного его именем. Среди сотрудников этого центра достаточно много нобелевских лауреатов. В их числе был наш Мечников, который работал здесь до дня своей смерти.

Один из пастеровцев убеждал меня: не только (а вернее сказать — не столько) творчеством врачей определяются сейчас судьбы медицины, пути ее развития и методы лечения. Огромное значение имеют другие отрасли знания. Биофизика, биохимия, молекулярная биология, просто химия, просто физика. Он перечислял, а я думала: да, сейчас это вполне закономерная позиция для современной медицины, для высокоразвитой страны. А ведь именно здесь, во Франции, врачи когда-то травили (едва не затравили насмерть!) чужака, вторгшегося в их сферу действия. Человека старого, вспыльчивого, смешного, экзальтированного, смертельно больного и гениального — великого Пастера. Химика. Основателя современной медицины.

Нет, не вспоминайте о нем как об «охотнике за микробами» из книги Поля де Крюи. Пастер охотился за большим — он решал главную проблему познания: где начинается живое. Может быть, именно потому-то он и сделал больше всех ловцов: открыл совершенно еще не известный человечеству мир микробов, возможность существования между жизнью и смертью.

Мысль об этом человеке должна бы помогать каждому из нас, когда устаешь, когда хочется сказать о своей работе: «Не могу больше». Пастер для себя таких слов не знал. И это особенно удивительно вот почему. У каждого человека — две половинки мозга. Левое полушарие — ведущее в логическом мышлении. Но когда человеку становится плохо, когда он попадает в сложное положение, в помощь левому включает на полную силу свои системы правое полушарие. Вот тогда мы можем сделать больше, чем обычно.

Пастер мог работать только одной, только левой половиной мозга. Правая была заблокирована сильнейшим кровоизлиянием. Чтобы сделать в науке то, что он сумел, ему понадобился не только могучий гений, но и нечеловеческая воля и высокая чело-

веческая целеустремленность. Пастер знал, чем он рискует, когда работал после паралича. Врач запретил напряженные исследования: «Вам угрожает смерть... быть может. И уж наверняка — второй удар». Подумавши, Пастер ответил: «Я не могу прерывать своей работы. Я уже предвижу ее конец...»

С юности ему предрекали неуспех и безвестность. О нем писали: «Он не сделает ничего путного при всех своих дарованиях. Он берется за неразрешимые вопросы». Но мера гения — мера отношения к невозможному, как к необходимому, умение перевести вопросы к природе из категории тайн в категорию очередной рабочей задачи. И Тимирязев так подвел итоги его жизни: «Сорок лет теории дали медицине больше, чем сорок веков практики».

Пастер ответил на вопросы, которые задал природе, но оставил человечеству загадку своего гения.

\* \* \*

...Однако, подбросив мне воспоминания об улице доктора Ру, мозг мой сработал все же закономерно. Он вернул меня к первому приезду на улицу академика Павлова. Тогда в ИЭМ меня привела именно тайна работоспособности мозга Пастера.

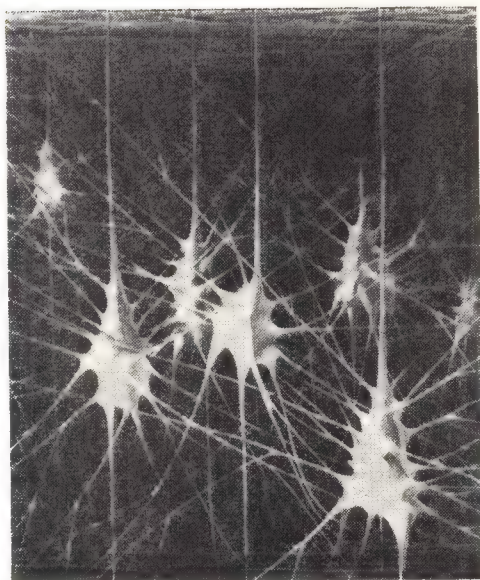
Я неотвязно возвращалась к ней. Сообщения о том, как определяются и уточняются профессии отдельных структур мозга, только запутывали. Ведь если существует строгая специализация отдельных зон мозга (если одна отвечает за движения, другая — за чувство боли, третья — за зрение), значит, правое полушарие — это не дубль левого, созданный природой для надежности и силы, а иное объединение нейронов, клеток мозга, и с иной специализацией.

Но тогда как же без них работал Пастер?

Главный редактор журнала «Наука и жизнь» Виктор Николаевич Болховитинов предложил мне съездить за разгадкой в Ленинград. Он узнал, что в ленинградском Институте экспериментальной медицины организован Отдел нейрофизиологии человека (первый в стране), с новой тогда методикой диагностики и лечения.

При этом удалось установить двусторонний контакт с мозгом человека — непосредственно с работающим мозговым веществом, с его глубинными структурами. В Отделе вживляли в мозг золотые электроды. По ним внутрь черепа можно посылать электрические импульсы — это нужно для лечения тяжелых заболеваний. По этим же электродам принимаются биотоки самого мозга. Их анализируют и уточняют диагноз.

Разговор с мозгом идет на языке электричества потому, что он сам разговаривает с организмом именно таким образом. Свои приказы он отдает импульсами и сигналы от тела тоже воспринимает как токи. Поэтому импульсы, которые идут через электроды, мозг не считает чужими и подчиняется их приказу (ведь мозг не только большая химическая фабрика, но также и электрическая система, как и весь орга-



Объемный рисунок показывает принцип объединения нейронов в единое мозговое вещество.

низм). «Вот примитивная схема, — сказал Болховитинов, — того сложного дела, которое начато в Академии медицинских наук, в Отделе Н. П. Бехтеревой. Там также получены новые сведения о мозге. Обязательно надо туда поехать», — повторил он. Было это пятнадцать лет назад. С тех пор не проходит года, чтобы я не побывала в ИЭМе, не посмотрела бы новые работы Отдела физиологии мозга человека.

\* \* \*

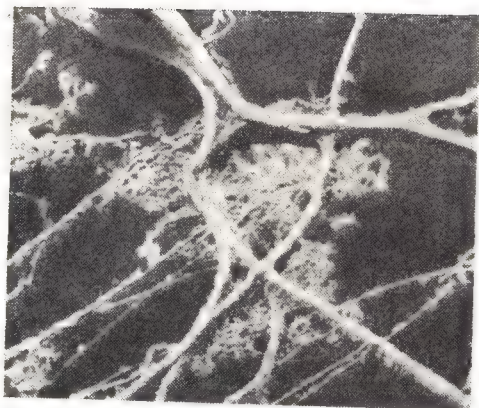
За сто лет до этого, в 1866 году, впервые в истории были вживлены электроды в мозг животных. Это работа русского физиолога Л. Н. Симонова.

С тех пор электроды рассказали о мозге очень многое. А опыты последних лет буквально ошарашили человечество: могущество нейрофизиологии поначалу даже испугало людей. Потом (так же как в случаях с кибернетикой и с геной инженерией) все стало на свои места.

Прямой параллели между мозгом человека и животных нет, но эксперименты в обезьяньих колониях чрезвычайно важны и интересны. У обезьян — строгая иерархия. Положение самца определено тем, как сильно его боятся. Положение самки — тем, насколько она любима (у обезьян это не всегда связано с продолжением рода).

Радиоволнами экспериментаторы добивались того, что самый сильный и злобный вожак превращался в апатичного созерцателя. Импульсы посылались на те электроды, которые были в зонах мозга, связанных с эмоциями. Токи подавляли природную агрессивность вожака, и тогда стадо переставало ему подчиняться, загоняло в угол клетки.





Методы современной микроскопии дают возможность увидеть отдельную нервную клетку с ее длинными «кабелями» (увеличено в 10 000 раз).

А самую нелюбимую и забытую в стаде самку радиоволны превращали из золушки в королеву. У нее стимулировали иные эмоции. И она начинала нападать на остальных самок, прогоняла их, занимала на иерархической лестнице более высокое положение и становилась желанной для всех самцов.

Известный электрофизиолог Хосе Дельгадо выяснял в этих опытах, за что отвечают разные зоны мозга и насколько поддаются они электроуправлению.

Импульсы извне обезьяний мозг воспринимал как собственные желания. Когда сеанс прекращался, злобный Али восстанавливал власть и душил анархию в своем стаде. Но у «золушки» так быстро не кончалась новая жизнь. Экспериментаторы переводили ее в другую колонию сразу после побед в первой. Опять стимулировали и снова переводили. Так делали до тех пор, пока она не научилась отстаивать свое положение (уже без помощи токов!) в том новом стаде, где золушкой она никогда не была.

Экспериментаторы нашли также зоны мозга, которые играют в нем роль стопора. Когда раздражали эти участки, животные прекращали любую деятельность: обезьяна замирала в своем полете к толку клетки, голодная кошка переставала жевать...

Особенный интерес ученых вызвали те участки, раздражение которых несет наслаждение или, напротив, страдание. Эти зоны были найдены еще в пятидесятых годах американским исследователем Олдзом.

Крыс научили нажимать рычаги, которые включали ток, идущий к центрам удовольствия в их мозге. Животные предпочитали такие педали всему на свете. Они могли преодолеть препятствия, находили дорогу в лабиринте, пробегали по тому участку поля, который бил их электричеством, отказывались от пищи — они стремились поскорее добраться до кнопки, которая несет наслаждение.

Пять тысяч раз в час нажимала педаль крыса, у которой электрод был помещен в заднем отделе гипоталамуса.

Оказалось, что 60 процентов мозга крысы не связано ни с удовольствием, ни с отвращением. Эти зоны для эмоций нейтральны. В пяти процентах мозга есть структуры, раздражение которых приносит страдание. Остальные зоны (а это больше трети мозга!) напрямую связаны с удовольствием. Значит, потенциал радости у мозга животных очень большой... Это, во всяком случае, говорит о том, что рациональнее воспитывать их не наказаниями.

Два века прошло с тех пор, как Гальвани открыл «животное электричество». Он доказал, что ударом тока можно привести в движение мышцы — у обезглавленной лягушки начинают дергаться лапы. И он же сообщил, что электричество есть в самих живых тканях. Оно производится там, а не улавливается из атмосферы. Его опровергал не менее великий ученый Вольта. Он показал, как течет электричество в неживых предметах: между пластинками меди и цинка. Оба были правы. От Вольты началась электротехника. От Гальвани — электрофизиология.

Интересно, что хотя убеждаться в материальной сущности своей собственной тонкой и сложной психики человечеству долго не очень-то хотелось, тем не менее оно интересовалось электричеством применительно к живому. Дело дошло до того, что не знавший жалости и очень любопытный французский король Людовик XV «приказал подвергнуть 700 монахов, взявшихся за руки, электрическому удару от лейденских банок, что вызвало удивительный эффект». Так записывали истории того времени...

К науке, естественно, эта экзекуция не имела отношения. А ученые, которые действительно исследовали связь электрических сил с живыми организмами, долгое время не брались за исследование мозга.

Изучение сердца шло с большим опережением. Для записи токов сердца был создан и введен в медицину электрокардиограф. Двусторонняя электрическая связь с сердцем сейчас никого не удивит. Врачи записывают ЭКГ. Это помогает им определить состояние организма. А при самой страшной беде, когда сердце отказывает и начинается вместо ритмичных сокращений мелкая предсмертная дрожь (фибрилляция), врачи пускают в ход электрический ток. Специальный прибор — дефибриллятор дает мощный разряд прямо в сердце. Это запускает его мышцы на обычный ритм.

В работе с мозгом сложнее наладить двустороннюю электрополновую связь: его ткани лежат внутри твердой черепной коробки.

Сто лет назад военные врачи поставили эксперимент на собаках под наркозом и на человеческих трупах. Они убедились: если раздражать током левую половину мозга, то начинает двигаться правая рука и нога, а если правую, то движутся конечности слева. Так явственным стал принцип электросигналов мозга.

Через полвека после этого неопровержимо было доказано, что мозг сам генерирует токи. В России это экспериментально показал великий Сеченов. В Германии Бергеру удалось записать волны мозга на кардиограф и уловить их ритм. Электроды накладывали на кожу головы. Потом в Англии прибор усовершенствовали, создали систему усилителей — ведь человеческий мозг дает очень слабые токи. Так родилась электроэнцефалография — запись электрической активности мозга.

Но откуда и почему токи возникают? Нейроны, клетки мозга, живут по законам всей живой природы: в них идут биохимические процессы. Нейроны потребляют кислород. Они отделены от среды оболочками — мембранами. Через них переносятся химические вещества. На обеих сторонах мембран — электрические заряды. Их изменение (перемена минуса на плюс и обратно) определено раздражением извне веществами, которые проникают внутрь клетки. Деполяризация приводит к тому, что клетка разряжается, дает электрические импульсы. И тогда электрический ток бежит от нейрона к нейрону, из одной зоны мозга в другую.

Активность клетки можно исследовать, определяя электрические потенциалы между наружной и внутренней поверхностями мембраны. Изменение этих потенциалов приводит к возникновению тока не только в клеточной цитоплазме, но и в окружающей электропроводящей жидкости. Значит, можно и здесь определять изменения величины потенциала, даже если электроды удалены от источника электрического тока.

Именно это позволяет записывать ЭКГ (токи сердца), накладывая электроды на ноги и руки. Точно так же записывают ЭЭГ (электроэнцефалограмму) — улавливают электрические потенциалы мозга, прикрепляя электроды к коже головы.

Однако запись наиболее точна в тех случаях, когда электроды расположены около источника тока — вблизи самих нейронов, внутри мозга, а не на коже головы. Именно тогда ученые определяют, от каких клеток сейчас идет ток, иначе говоря, какие нейроны активны при той или другой деятельности мозга.

И наоборот. Когда на этот глубинный электрод направлен ток, он вызывает здесь возбуждение, которое приводит к той работе мозга, за которую обычно отвечает этот участок.

К каждой сложной деятельности, как правило, имеет отношение множество разных участков мозга, целый комплекс зон, нейронных ансамблей. Раздражение какого-нибудь звена вызывает серию сигналов по всей цепочке. И когда, например, мышечные клетки конечностей получают (от мозга или прямо от электрода) импульс, они, в свою очередь, делают то, к чему приспособлены природой. Мышца будет сокращаться и расслабляться — это ее ответ на закодированный в импульсе приказ.

Способность передавать закодированную информацию — наиболее важное и наиме-

нее понятное свойство нейрона. Перед этой загадкой стоит вся современная наука о живом. Ученые научились записывать коды (импульсы и их группировки), но не научились их расшифровывать. По энцефалограмме (по токам, снятым через поверхность черепа, с кожи) вначале умели определять только самые резкие изменения в работе мозга. Скажем, спит человек или проснулся. Это очень важно на операциях, когда дают наркоз.

Если идут медленные, так называемые дельта-волны, значит, спит. Однако во сне может появиться и бодрый альфа-ритм. У большинства людей его фиксируют при спокойном бодрствовании с закрытыми глазами. Но он слабо выражен у тех, у кого хорошо развито зрительное воображение. При активном внимании возникает бета-ритм. Им отвечает мозг и на внезапное раздражение.

Выяснилось, что нет двух людей с совершенно одинаковыми ритмами. Альфа-ритм так же строго индивидуален, как отпечатки пальцев.

Энцефалограмма стала еще более информативной и полезной, когда стали записывать изменение активности мозга в ответ на какой-то сигнал — на звуковой или световой раздражитель. Эти вызванные потенциалы мозга можно вычленил из общего фона. Уже только по внешнему виду энцефалограмм, по рисунку волн, скажем, можно определить тот момент, когда человек удивился (ему продемонстрировали нелепицу, или произошло новое событие).

Болезни мозга резко меняют энцефалограмму. В нейрохирургических клиниках по этим изменениям устанавливают, есть ли в мозге опухоль. В том участке, где она есть, ЭЭГ резко отличается от нормальной. Сама опухоль не дает токов, а вокруг нее, точно бы отгораживая от нее здоровые участки, идут медленные дельта-волны (те, что у здоровых людей фиксируются во время сна).

Методом вживленных электродов клиники начали овладевать с конца сороковых годов этого века. В Англии его применил при лечении Грей Уолтер. В Америке — Роберт Хит. Электрофизиология входила во второй половине века в медицину, в одновременно и в исследование мозга.

\* \* \*

Эти события предшествовали организации Отдела нейрофизиологии человека в ИЭМе.

ИЭМ — старейший в нашей стране центр медицинской науки. Он университетски многосторонен и создан талантом крупнейших русских ученых. До последних своих дней здесь работал Иван Петрович Павлов. Отдел, которым он руководил в ИЭМе, и теперь зовется Павловским.

... Иду по улице, которая носит имя академика Павлова. В конце ее проходная ИЭМа, за ней маленький парк. Вот и знаменитый Памятник Собаке. Он стоит именно здесь, на Петроградской стороне, а не в Колтушах. Павлов установил его в





благодарность подопытным животным перед основной своей лабораторией. Сразу за бронзовым доберманом, между большими деревьями, видны темно-красные стены круглого здания. Это «Башня молчания».

Так назвал и так организовал свой лабораторный корпус великий физиолог. Он заботился о тишине не для своих раздумий, но для чистоты эксперимента. Стены бастийной толщины защищали от внешних шумов (источников непредусмотренных реакций) подопытных животных. Павлов изучал внутренние сигналы организма — неслышимые мгновенные приказы мозга телу. В Павловском отделе и сейчас изучают эти приказы, эти внутренние переговоры систем. Но живой организм — и сам точно Великая башня молчания. Он не торопится с ответом, когда его спрашивают о языках и сигналах. И всегда, даже отвечая на раздражение током так, как от него ждут, он оставляет загадки.

Какие же исследования наладил новейший физиологический отдел старейшего научного медицинского центра страны? Об этом и пойдет здесь речь. Только об одном Отделе нейрофизиологии человека — не обо всем огромном институте.

...Отдел начинал с малого. Дали несколько комнат и маленький штат. Одиннадцать единиц (предполагалось, что одиннадцатой будет уборщица, но от уборщицы отказались, взяли инженера).

Ученые и ремонт сделали сами. Кажется, их это не очень тяготило. Главным для них было всем вместе обсуждать свои проблемы. Со стороны это выглядело, признаться, диковато: собрались молодые люди и никак не могут договорить кзкой-то один разговор — нескончаемый!.. До клиники — разговор. После работы с больными —

#### В Отделе нейрофизиологии человека Института экспериментальной медицины.

тоже. И после работы в отделе опять они идут шумной группой. Пересекают двор и входят в квартиру своего заведующего. И снова, и опять, все о том же — о нерешенных и решаемых проблемах мозга человека. Они просто не могли расстаться друг с другом, они строили новое дело и строили его все вместе.

Отделу нужны были исследователи с независимым мышлением, с новыми современными подходами и знаниями. В него вошли физики, химики, математики, кибернетики, физиологи, нейрохирурги, неврологи, психологи — люди очень разных научных специальностей.

Рождался новый комплексный метод изучения мозга. Этот комплекс должен был дать максимум сведений об организме, о мозге пациентов, которых брали в клинику, о механизмах болезни и мозга вообще.

Методика введения электродов в мозг, которой уже овладели во многих клиниках мира, тоже требовала совершенствования. Так считали в Отделе и добились своего. С самого начала для вживления электродов применили метод стереотаксиса — так называется введение электродов в заданные структуры мозга по расчетам. А для расчета впервые в мире приспособили линейку, но ЭВМ. Это дало максимальную точность. И это с самого начала отвечало задаче — минимально тревожить больного при обследовании и при лечении. Компьютерный стереотаксис ИЗМА признан наиболее щадящим и точным, за рубежом запатентован и прибор и способ. Вот фамилии авторов: А. Д. Аничков, Ю. З. Полонский, В. В. Усов.

\* \* \*

Ученые других специальностей вправе сказать о себе словами Гюго: «Живую любопытством». Но только не врач. Работая с каждым из больных, клиника обязана решать именно его проблемы. Нельзя проводить такое обследование пациента, которое окажется нужным не ему, а больным, которые придут следом. Вместе с тем ученым необходимо видеть весь фронт задач медицинской науки, исходить из интересов всего человечества.

Директором ИЭМа был тогда академик АМН Дмитрий Андреевич Бирюков. Однажды он мне рассказал о том годе, когда Бехтерева перешла к нему из Института нейрохирургии и строила свой Отдел. Ее звали обратно, пугали трудностями. Посмеиваясь, Бирюков сказал, что он тоже предупреждал Наталью Петровну о ножницах между желаемым и возможным.

Однако Бехтерева была убеждена, что самый сложный орган (мозг) требует для исследования и техники тоже очень сложной. Она не считала возможным отказываться от этой техники и нужного для больных людей метода только из-за того, что все это нелегко организовать. Пусть трудно, но ведь необходимо? Значит, нечего тянуть.

Ведь издавна, с самых первых своих пациентов, тех раненых, около которых дежуркой она сидела в госпитале, с того страшного военного сорок первого года, она думает об обязательной для врача и ученого «ответственности за несделанное».

\* \* \*

С самого начала при работе с большими Отдел основывался на необходимости максимально и всесторонне изучать пациентов. Получать многоплановую и достоверную информацию о мозге человека.

...Не так давно в клиниках от самых блестящих хирургов можно было услышать: «Откроем, увидим — решим». Это означало, что врачи поставлены в такие обстоятельства, при которых они вынуждены делать операцию (скажем, кишечнополостную) без выработки предварительной тактики.

Так бывает. Но так не может быть, если речь идет о мозге. Этап «увидим» здесь должен быть первым. Череп нельзя открывать по грубой прикидке, во всяком случае, тогда, когда в распоряжении врача есть не секунды, а хотя бы часы. Внешний вид мозгового вещества довольно однообразен, и природа совсем не всегда маркирует в нем большие участки. Прежде чем обнажать, надо определить, где делать окно. Это обязательно в нейрохирургии при любом заболевании: при травмах, опухолях, эпилепсии, паркинсонизме. Хирурги предпочитают не прикасаться зря к какому бы то ни было из множества миллиардов нейронов.

Дело не в том, что мозг — система непрочная. Надежность его значительно больше, чем у других наших органов. Практика медицины показывает: мозг любого человека вполне мог бы пережить остальные органы. Биотоки, идущие от мозга, их запись — энцефалограмма с возрастом у здоровых людей почти не меняется. Продолжительность нашей жизни лимитирована отнюдь не состоянием мозга.

Надежность мозга, его замечательная способность приспосабливаться дают возможность нейрохирургам действовать. Но никак не определяют достоверность этих действий. В их работе сама операция — лишь итог, та видимая верхушка, которая поднимается над той огромной глыбой предварительных исследований, которые ведут к диагнозу.

Ах, как важно здесь точное заключение!

## О МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НЕОЖИДАННОСТИ

В журнале «Наука и жизнь» № 1, 1972 г. были опубликованы примеры, в которых требовалось найти целые числа, равные сумме некоторой степени их цифр. До сих пор читателям удалось найти следующие выражения:

$$\begin{aligned} 153 &= 1^3 + 5^3 + 3^3 \\ 370 &= 3^3 + 7^3 + 0^3 \\ 371 &= 3^3 + 7^3 + 1^3 \\ 407 &= 4^3 + 0^3 + 7^3 \\ 1634 &= 1^4 + 6^4 + 3^4 + 4^4 \\ 8208 &= 8^4 + 2^4 + 0^4 + 8^4 \\ 9474 &= 9^4 + 4^4 + 7^4 + 4^4 \\ 54748 &= 5^5 + 4^5 + 7^5 + 4^5 + 8^5 \\ 92727 &= 9^5 + 2^5 + 7^5 + 2^5 + 7^5 \\ 93084 &= 9^5 + 3^5 + 0^5 + 8^5 + 4^5 \end{aligned}$$

Заметка заканчивалась призывом продолжить эту пирамиду. А. Мазманишвили

(г. Харьков) для поисков новых примеров составил программу для вычислительной машины БЭСМ-6. Проверки были произведены для чисел в интервале от 1 до  $10^6$  и для степеней от первой до девятнадцатой. В итоге коллекцию удалось пополнить четырьмя примерами.

Для пятой степени:

$$\begin{aligned} 4150 &= 4^5 + 1^5 + 5^5 + 0^5 \\ 4151 &= 4^5 + 1^5 + 5^5 + 1^5 \\ 194979 &= 1^5 + 9^5 + 4^5 + 9^5 + 7^5 + 9^5 \end{aligned}$$

Для шестой степени:

$$548834 = 5^6 + 4^6 + 8^6 + 8^6 + 3^6 + 4^6$$



....Я видела, как пациент терапевтической клиники слабел на глазах. Неврологи вынесли заключение: безнадежен. Они говорили: все симптомы показывают, что из глубин мозга идет двусторонняя опухоль. Она быстро разрастается, захватывая главные центры. Вероятно, саркома... Неоперабелен.

Но главная заповедь врача — бороться за больного до последнего вздоха. И академик Борис Григорьевич Егоров, директор Института нейрохирургии, перевел пациента в свою клинику. Здесь не согласились с трагическим диагнозом неврологов. Тогда не было современной точной аппаратуры, позволяющей увидеть опухоль. Хирурги опирались на свой опыт. И предложили операцию, сказав: она возможна, необходима.

...Егоров операцию сделал. Опухоль была доброкачественной и лежала лишь в правом полушарии. Потом пошли годы, пятилетия. Жизнь егоровского пациента подтверждала высокую правоту хирурга. Все вернулось в эту жизнь, все, что любил человек. Работа, творчество, музыка, стихи. Изменилось только одно: он стал торопиться делать добро. Никогда не откладывал это на завтра.

А ведь Егоров мог и не войти в трудную ситуацию, согласиться с предварительным диагнозом первой клиники. Совсем не просто (вразрез с авторитетами) решаться на операционный труд. Тяжелый труд. Это понимаешь, наблюдая даже со стороны как журналист за буднями нейрохирургической клиники.

Утро. Хирургическая бригада вошла в операционную. Долгое мытье рук, натягиваются резиновые перчатки, сестра подносит белую маску. Как же молоды эти хирурги, какие ясные лица, как тщательно выбриты их подбородки...

Прошло пять, иногда шесть, иногда восемь часов, и те же люди вышли из операционной. Те же? Руки, которые только что жили осмысленной, трудной жизнью, повисли вдоль тела (хирурги редко жестикулируют — руки у них для другого). Лица кажутся помятыми, серыми. Впрочем, может быть, это коридор здесь темноват? Или операционные зеленые спецовки бросают на молодую кожу мертвенные зеленые блики? Лица-то ведь все те же... Те же? Постаревшие, с запавшими щеками, с огромными глазами...

Через несколько минут все встанет на место. Снова профессиональное спокойствие и доброжелательная, сдержанная усмешка. Тихим ровным голосом оперирующий хирург (сегодняшний директор Института нейрохирургии) академик АМН Александр Николаевич Конозалов, сменив зеленую операционную форму на белоснежный халат, скажет родственникам, что «сделано, пожалуй, все возможное. Да, пожалуй, все... И дальше, очевидно, пойдет так, как нужно».

Переводя эти фразы со скупого языка хирургов на обычный, вы поймете, что человека спасли. А сделана ли операция на грани возможного или за ней — это уж

знать специалистам. Формулировка всегда остается в случае успеха именно такой. Она типична для профессионалов высокого класса. У них не принято выпячивать свою роль.

Но как подробно, как благодарно рассказывают они о врачах, которые помогают им в предварительном исследовании мозга, о тех, кто во многом предопределяет успех операционного вмешательства. Это они должны ответить на четыре главных вопроса точного диагноза: где, что, как, почему?

\* \* \*

Взаимодействие врача с природой напоминает иногда игру первоклассного шахматиста против неопытного, который озадачивает мастера игрой вопреки логике и предвидению.

Но с мозгом и предвидеть далеко не все возможно. Тут нет обязательной (как при заболеваниях других органов) зависимости: «Если картина болезни такая-то, значит, причина именно такая...» Мозг умеет перестроить свою работу, скомпенсировать выключенные болезнью клетки, передать их функции другим. Кроме того, он — индивидуален, у каждого человека — свои вариации.

Недаром Грэй Уолтер считал: чем тонченнее становятся методы исследования, тем пристальнее должен быть интерес ко всей личности больного. Чем больше мы узнаем о специализации мозговых структур, тем поразительнее оказывается неповторимость каждого человека, особенности его поведения, течение его болезни. При мозговых заболеваниях резко проявляется павловская классификация психики — деление людей на сильные и слабые типы.

Сознание человека, тренированная и хорошо работающая кора мозга действуют так, что резервы организма собираются и направляются на выполнение целей, поставленных личностью перед собой. Целостность мозга выступает как основной фактор, когда речь идет о натурах активных и личностях интеллектуальных. Они долгое время могут справиться с обширными поражениями мозга, но когда болезнь берет свое, а резервы организма исчерпаны, положение кажется более катастрофичным, чем есть на самом деле.

У пассивных больных различия в работе отдельных зон мозга существеннее. У них нарушения при том или ином заболевании могут оказаться четкими и заметными, хотя ткань мозга будет повреждена совсем незначительно.

Итак, для диагноза надо было знать внутримозговую специализацию структур и возможность мозга «обмануть» врача. А знания эти в наше столетие только начинали появляться.

Канадский ученый и хирург В. Пенфилд, убирая эпилептический очаг из височной доли, раздражал эту часть мозга. Он убедился в том, что здесь есть структуры, связанные с долговременной памятью: его пациентка стала вспоминать далекие и, казалось бы, прочно забытое прошлое. Каж-

дое раздражение неизбежно приводило к обострению памяти.

В середине века накопилось множество вполне достоверных фактов, которые позволяли понять мозг как сумму специализированных структур. Выяснилось, однако, что не все факты укладываются в такую теорию «лоскутного одеяла». Но и у противников этой позиции, считавших мозг однородным (позднее — голографичным), где «все равноправно», тоже не сходились концы с концами.

Этот спор велся долгие годы. Как распределены в мозге обязанности? Ученые выясняли, совершенно ли равнозначны в нем все участки или же, напротив, мозг — сумма резко отличных друг от друга функциональных центров. Затем начали говорить о системном обеспечении функций. Бехтерева отрицает первые две позиции и углубляет третью. Она выдвинула идею жестких и гибких звеньев.

По ее наблюдениям (которые стали возможны благодаря комплексному методу исследования), главный принцип устройства мозга — «многозвеньевая организация из исходно-полуфункциональных звеньев». При этом вклад каждого звена и качественно и количественно различен. Так обеспечивается высокая надежность работы мозга и оптимальное его взаимодействие с внешним миром.

В любой деятельности мозга участвуют обязательные для этого вида структуры. Это жестко необходимые звенья. По мере надобности к их работе подключаются звенья «не строго обязательные» — они как бы на подхвате и включаются в ту обязанность, которая сейчас для мозга важнее всего или труднее всего.

Жесткие — это стержень системы. Гибкие (они пронизывают весь мозг) позволяют раскрыть все потенциальные возможности мозга. Это те резервы, которые, включаясь, дают богатство мозговой деятельности.

Мозг избыточен и пластичен. Его нейроны в основе своей полифункциональны — способны ко многим работам. Они обучаются в процессе жизни. Если они входят в жесткое, обязательное звено, роль их постоянна. Но когда они находятся в «резерве главного командования», то могут переобучаться, переходить к другим задачам, отличным от прежних, могут завязать новые связи и стать частью нового функционального звена. Мозг все время осваивает себя от легкой работы ради трудной, требующей творчества. Он делает это благодаря памяти. В детстве, когда ребенок учится ходить, каждый его шагжок требует подключения множества разных звеньев мозга. А взрослый человек не думает о своей ходьбе, у него звенья, которые были когда-то включены в системы движения, перешли к какой-то иной работе.

У разных людей свои сочетания жестких и гибких звеньев, и это дает огромное разнообразие внутримозговых организаций, результатов индивидуального опыта каждого из людей. Эти представления сформулировались не сразу.

При обследовании больных поведение мозга не всегда было понятно. А обследование шло детальное.

...Когда ставят диагноз, когда лечат с помощью вживленных электродов, очень важен контроль за состоянием пациентов. В Отделе он многосторонний — есть такой, как во всех клиниках, есть и такой, который ведут при записи биотоков мозга. Всплесками, частотой импульсов биотоки показывают состояние структур, чьи электрические голоса сейчас записывают. Запись ведут и в бодрствовании, и при засыпании, и во время сна, и при движениях, и в покое. При этом больного просят, если он не спит, решить несколько несложных психологических задач. Такие пробы (тесты) особенно важны — они показывают, как идут у пациента высшие психические процессы. Фиксируют, какая из структур была особенно активной при той или другой работе, какая из зон связана с психикой, а какая с движениями.

Тесты исследователи применяют и такие, которые они сами разрабатывают для своих больных, и такие, что известны в психологии давно. Кстати, пользу тестирования очень хорошо понимали наши далекие предки. У каждого народа есть сказки о том, как через специальные тесты проводят претендентов на престол — женихов или невест. Проверяют их мышление («отгадай загадку»), деловитость («построй замок», «спеки пироги»), мужество («убей дракона»). В сказках героям часто помогают совсем не запланированные проверяльщиками добрые звери и феи. Они выполняют трудные задания. Сказки сказываются не зря...

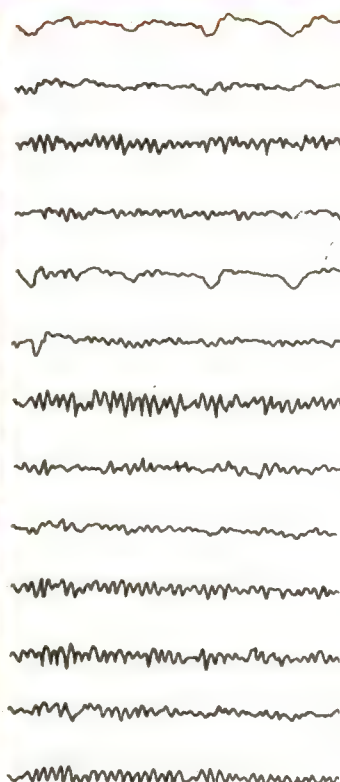
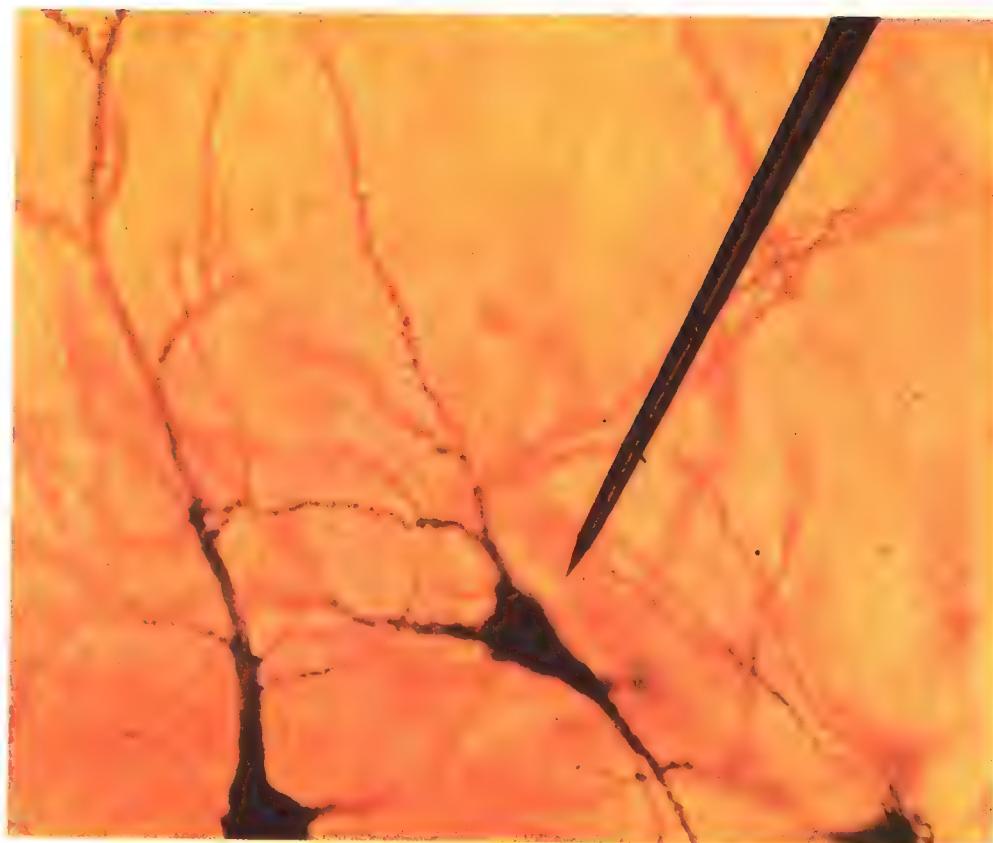
При проверке мозговых структур тоже очень сложно установить: кто сделал работу, какие из зон решают задачи. Исследователи очень редко получали запись биотоков такой, какую ждали. Результаты сегодняшние (у одного и того же больного) не совпадали с завтрашними и даже менялись от утра к вечеру. Были зоны, которые всегда отвечали так, как предполагалось, а были такие, от которых не знали, чего ожидать. Они давали «ответы» то при одной работе, то при другой, а иногда вообще были пассивны. Исследователи поначалу не относили это за счет механизмов работы самого мозга. Только годы наблюдений привели к идее об обязательных и необязательных звеньях как о механизме, которым пользуется мозг.

На снимке, сделанном с помощью оптического микроскопа (при увеличении около 500 раз), видна длинная игла — кончик микроэлектрода, подведенного к одному из нейронов зрительной коры мозга мартышки так, как это делают при записи электрических импульсов от живой клетки.

Участок мозга человека. Снимок сделан с увеличением в 10 000 раз. Утолщения — нервные клетки (нейроны), связанные между собой нервными отростками.

Так по-разному выглядят электрические сигналы, идущие от разных участков мозга.

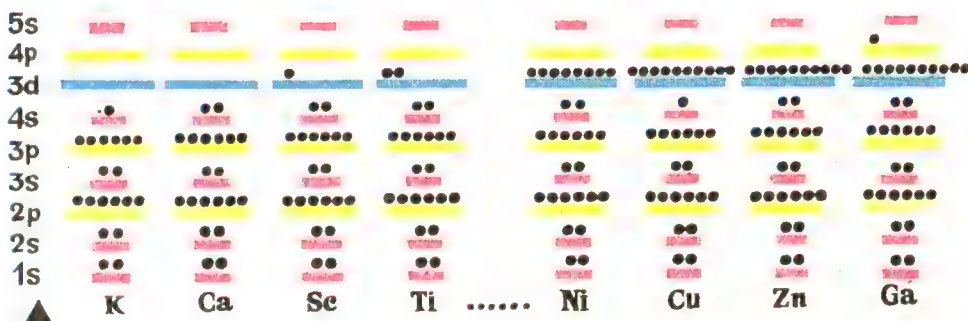




# МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ

МЕТАЛЛЫ	НЕПЕРЕХОДНЫЕ	НЕМЕТАЛЛЫ
ПЕРЕХОДНЫЕ		

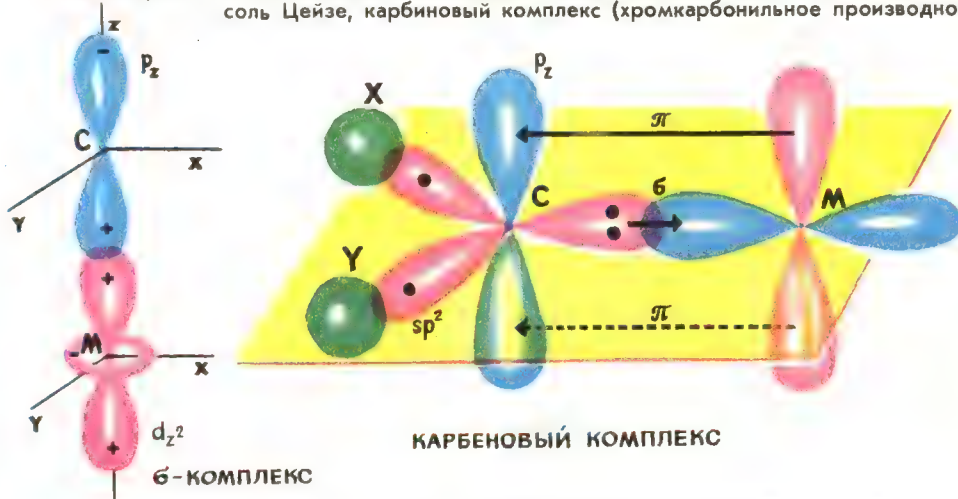
ПЕРИОДЫ																
1							H	He								
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne								
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar								
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni						
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr								
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd						
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe								
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt						
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn								
7	Fr	Ra	Ac	Ku												



Так заполняются электронные оболочки у некоторых элементов, начиная с калия.

Такую форму имеют облака (орбитали) электронов, располагающихся на различных подуровнях.

Строение некоторых металлоорганических комплексов. Химические связи обозначены перекрыванием электронных орбиталей (области перекрывания затемнены, черные точки — электроны, стрелками показаны их переходы, М — атом металла). Слева направо: сигма-комплекс, карбеновый комплекс (показаны в общем виде), соль Цейзе, карбиновый комплекс (хромкарбонильное производное).





Клетки помещенной здесь менделеевской таблицы раскрашены в разные цвета в соответствии с тем, относится ли элемент к неметаллам (розовый), непереходным (желтый) и переходным (голубой) металлам. Для некоторых элементов указано строение внешних электронных подуровней.

Спектры поглощения некоторых производных ферроцена (Ф).

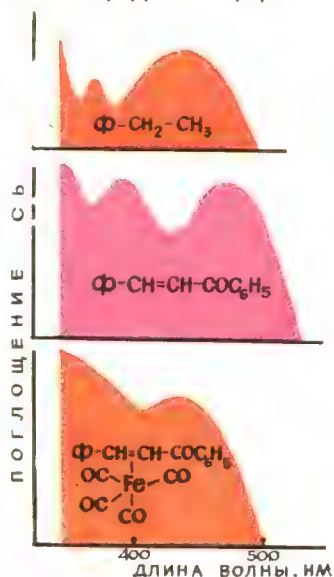
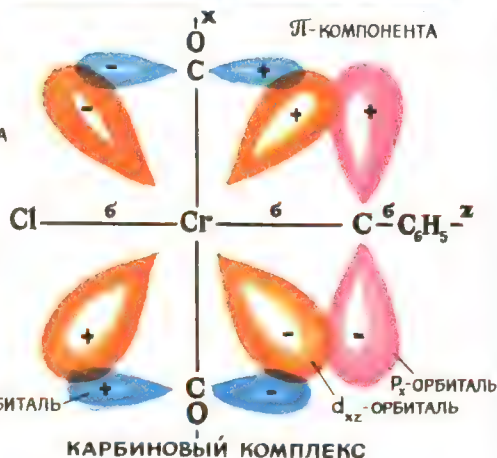
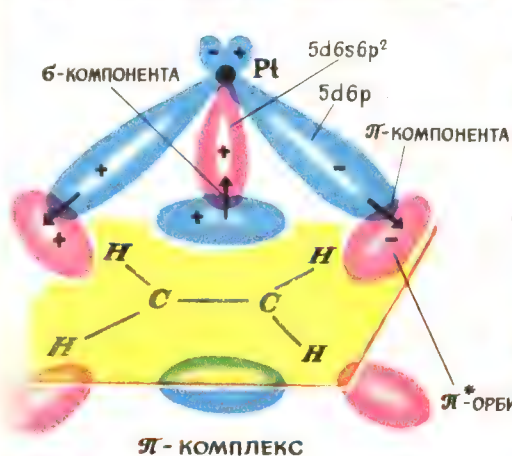
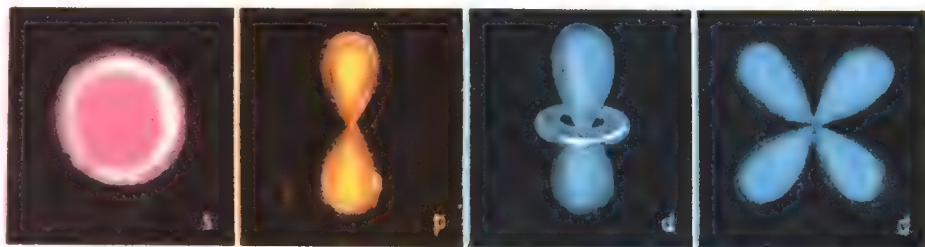
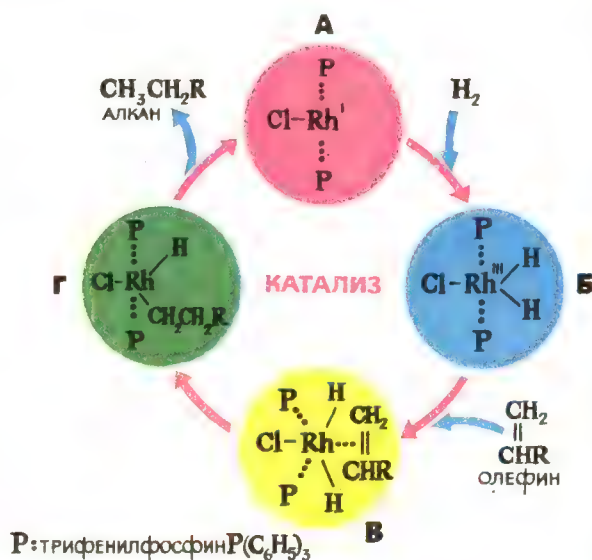


Схема каталитического гидрирования олефина на родиевом катализаторе.







# РОКОТ ЗАБЫТЫХ БУРЬ

По особенностям климата нынешнее тысячелетие обычно делят на три эпохи. Первую из них, отличавшуюся заметным потеплением, называют климатическим оптимумом [это VIII—XII века]. Вторая получила название малого ледникового периода, который закончился в середине XIX века, когда наступила эпоха нового потепления в северном полушарии. Долгое время началом малого ледникового периода считали XV век. Однако в последние годы на основе данных о наступлении ледников, дендрологических, радиоуглеродных исследований, а также на основе анализа исторических документов все большее число ученых приходят к выводу, что постепенное похолодание в Европе началось значительно раньше.

Большое внимание исследованиям климата последнего тысячелетия уделяют сейчас ученые Главной геофизической обсерватории имени А. И. Воейкова (ГГО), Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Института географии АН СССР, Института ботаники АН Литовской ССР и многих других научных учреждений нашей страны. Результаты исследований в этой области науки недавно были обсуждены на Всесоюзном научном семинаре по реконструкции климата Земли последнего тысячелетия. Один из докладов на этом научном форуме назывался «Свод экстремальных природных явлений в русских летописях XI—XVII веков». Такой свод составили доктор исторических наук В. М. Пасекий и доктор физико-математических наук Е. П. Борисенков, директор ГГО. Ими проделана большая работа — страница за страницей были исследованы опубликованные летописные своды, летописи, хроники, хронографы, вошедшие как в состав 35-томного «Полного собрания Русских летописей», так и в другие издания XIX—XX веков.

На страницах нашего журнала авторы этой работы рассказывают о чрезвычайных метеорологических явлениях от последней четверти X до конца XVII века.

**Доктор физико-математических наук Е. БОРИСЕНКОВ, директор Главной геофизической обсерватории имени А. И. Воейкова, и доктор исторических наук В. ПАСЕКИЙ (г. Ленинград).**

Русские летописи — это не только история страны, не только ее великое культурное и научное наследство, но и история нашей природы. В летописях более тысячи записей о необычайных природных явлениях. Тут и упоминания о жестоких зимах и беспросветных летних дождях, сгноивших и сено и хлеб, описание землетрясений, ураганов, небывалых наводнений, рассказы о возврате холодов, погубивших и сады и поля. Листы пожелтевшего пергамента как бы доносят до наших дней рокот забытых бурь и запах дыма, который окутывал Русскую равнину в годы, когда стояли «жары велицы» и горели не только леса, но и болота.

В Радзивилловскую летопись и в Лицевой свод включено более 16 тысяч рисунков

(XII—XVI веков), многие из которых тоже посвящены различным чрезвычайным природным явлениям.

В русских летописях первые сведения о погодных условиях относятся к 860 году. Во время осады Царьграда корабли Аскольда были застигнуты жестоким штормом и «великие волны разметали корабли язычников русских и прибили их к берегу и переломали». Потом на протяжении целого столетия записей природных явлений почти нет. Систематическая их регистрация началась в последней четверти десятого столетия. Уникальные записи первых сводов донесли до наших дней сведения о сильных ветрах, ураганах и грозах, причинивших «много пакости людям, скоту, зверям» (979 год), о сильном землетрясении в Византии (989 год), о наводнении, сотворившем много зла (991 год), о великой сухости и добром зное, которые погубили посевы хлеба (994 год), и, наконец, о великом полове в последний год первого тысячелетия нашей эры.

Столь регулярная регистрация экстремальных природных явлений — результат того, что именно в это время началось составление летописей — записей о главных событиях в жизни Русского государства. Примерно тогда же — на рубеже двух тысячелетий — были предприняты шаги по изучению не только русской природы. Путешественники под видом купцов («гостей»)

Страницы из Радзивилловской летописи. На миниатюре изображено нашествие саранчи, которое случилось летом 1095 года. В летописи записано, что саранча покрыла всю землю так, что страшно было смотреть, шла и полочным странам, поедая траву и жито.

О землетрясении, которое произошло перед вечернею зарею 5 февраля 1107 года, рассказывает запись и эта миниатюра. На развороте на трех миниатюрах изображены эпизоды похода Олега на Царьград. Слева — начало похода на двух тысячах кораблей и на конях к Царьграду. Справа на верхней миниатюре — начало военных действий на византийской земле, на нижней — кульминационный момент похода, когда Олег приказал вытаскать суда, поставив их на котеса и под парусами при сильном попутном ветре двинулся на Царьград.

● ПО СЛЕДАМ ПРОШЛОГО



Страница из Радзивилловской летописи. На нижней миниатюре изображено затмение Солнца, которое происходило в 1 час дня 19 марта 1113 года. Летописец рассказывает, что Солнце помрачилось едва не полностью, осталось на небе, как Луна новая, рогами вниз.

На верхнем рисунке изображен поход Ярослава, сына Святополка, в 1112 году на ятвягов, окончившийся его победой.

природе, начало которому было положено еще в X веке, прошло через многие столетия.

Большинство сведений природоведческого характера в летописи заносили очевидцы этих событий и явлений, что придает записям особую ценность и достоверность.

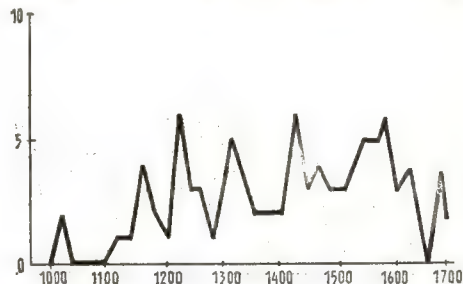
На основании записей Никона, Нестора, Сильвестра и многих других летописцев, оставшихся безвестными, можно говорить, что в XI веке на территории Руси от Новгорода и Суздаля до Киева и Чернигова преобладала теплая и часто засушливая погода.

Согласно известиям Никоновского Свода, в 1008 году Русь пережила страшную засуху и подверглась нашествию вредителей. Этим летом множество «прузи», так древние летописцы называют саранчу, пришло на Русскую землю. Позднее летописцы более обстоятельно опишут подобное стихийное бедствие, когда вредители поедали не только посевы, но даже и траву. Великий зной обрушился на южнорусские земли в 1017 году. В один из этих жарких дней, как свеча, вспыхнул Киев. В огне пожара погибло «множество хоромов и около 700 церквей». Через семь лет (1024) засуха повторилась. Потом на протяжении более чем трех десятилетий, судя по летописям, на наших землях стихийных бедствий не было.

В третьей четверти XI века (1067 год) впервые отмечена необычайно суровая снежная зима. В последней четверти XI века первая заметка об эпидемии: «мор на людей во всей Русской земле» (1083 год) — и тут же упоминание о землетрясении (1091 год). В 1070 году голод, вызванный засухой. А потом в течение двух десятилетий в русских летописях не отмечено никаких редких явлений. Страны Западной Европы также не испытали особо больших природных потрясений в эти два десятилетия.

Следующая засуха обрушилась на Русь в 1092 году. Лето стояло безоблачное. От «бездождия» и зноя сами собой загорались леса и болота (торфяники). Это бедствие

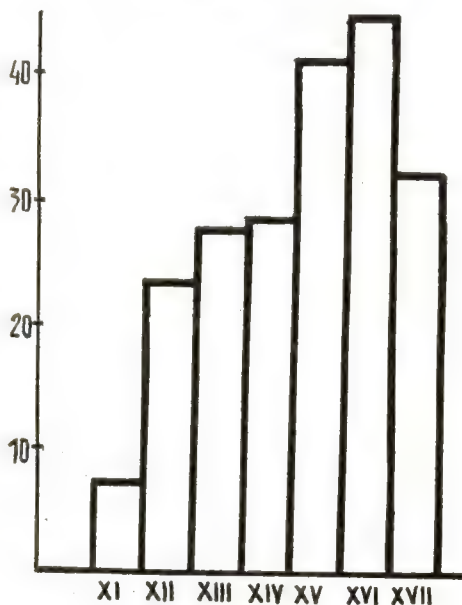
Распределение дождливых периодов в XI—XVII веках (усредненно по двадцатилетиям).



отправлялись (1001 год) в Рим, Иерусалим, Вавилон, Египет для описания земель, городов, тамошних обычаев и порядков.

Интересно, что первые русские летописцы рассматривали природу как действующее лицо истории, которое весьма активно, а иногда грозно вторгается в жизнь русского государства, принося его жителям и радости и беды, обилие «плодов всяческих» и тяжелые недороды. Такое отношение к

Количество неурожайных лет в XI—XVII веках.





охватило киевскую и другие западные земли. На Русь обрушился тяжелый голод, началась эпидемия. Только в Киеве, где тогда проживало около 50 тысяч жителей, с середины ноября 1092 года до февраля 1093 года было продано 7 тысяч гробов. Иными словами, от голода и «различных недугов» за четыре месяца погибло 14 процентов населения города. В соседних землях — в Полоцке, в Друцке — голод и эпидемия тоже унесли множество жизней.

Спустя два года засуха повторилась. Эту беду усугубило нашествие саранчи, которая поела «всякую траву и много хлеба». По словам летописца, такое «не слышано было с первых дней в земле русской». В следующем году снова «пришла саранча... и покрыла землю и было смотреть страшно, шла она в северные страны, пожирая траву и просо».

Пожалуй, это единственный период в XI веке, когда так тесно группировались годы с особо опасными метеорологическими явлениями, вызвавшими тяжелый, затяжной голод. Всего за XI век в русских летописях отмечены восемь засух, одно дождливое лето, одна ураганная буря, четыре суровых зимы, одно высокое наводнение, одно землетрясение.

В XII столетии по-прежнему преобладала теплая и сухая погода.

В 1103 году снова появляются полчища саранчи. Спустя два лета повторилось «бездожие». Почти дотла сгорели Киев, Новгород, Чернигов, Смоленск. Одно за другим случились два землетрясения (1107 и 1109 годы), сведения о которых содержатся и в Лаврентьевской, и Первой Новгородской, и Никоновской летописях.

Во всех этих сводах отмечено, что в 1124 году «все лето бысть бездожие». Во время этой засухи пострадали посевы и снова почти полностью сгорел Киев. В пожаре погибло «без числа людей и всякой живности». В следующем году «великая буря» пронеслась над Новгородской землей, «истопив стада скотины в Волхове» и вызвав сильный голод.

Все эти события стали предвестником качественно новых экстремальных климатических явлений, которые впервые в 1127 году отметили летописцы Великого Новгорода. Впервые за многие десятилетия выда-

лась очень холодная затяжная весна. Снег лежал «до Якова дня» (13 мая нового стиля). Сеяли поздно, лето, по-видимому, было очень сухое: отмечено нашествие «метыля», который объел все посевы в полях и плоды в садах. Осенью, когда еще не успели закончить жатву, «мраз убил» все яровые и озимые хлеба. Начался голод. Жители Новгородской земли ели березовую кору, лист липы и клена, мох, конину, в муку примешивали солому. А в следующем 1128 году, по словам летописи, «бысть вода велика, потопи люди и жита и хоромы снес». Летом в то время, когда цвели яровые и наливались озимые, ударил мороз. Погибли все хлеба. Это была лютая година. Хлеб вздорюжал. В селах и городах прямо на улицах лежали умершие от голода. Все, кто только мог, разбрелся по чужим землям. Подобных явлений в летописях до этого времени не зарегистрировано. Возможно, именно тогда началось постепенное похолодание климата; период климатического оптимума, который продолжался с VIII по XII век и в целом отличался благоприятными климатическими условиями, заканчивался.

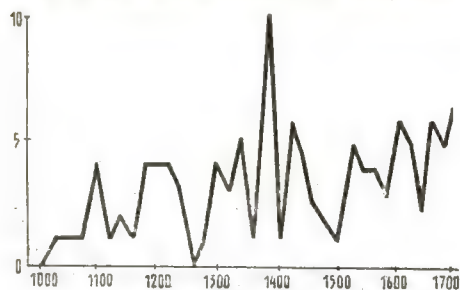
В 1134 году на южнорусские земли пришла «буря великая», подобной никогда не было. По словам Ипатьевской летописи, буря разносила хоромы, товары, клети и жито из гумен. Ураган ломал «просто рощи, яко рать взяла».

В середине августа 1143 года начались сильные дожди, продолжавшиеся до середины декабря и вызвавшие небывалые наводнения в Новгородской земле, в результате которых были унесены водой запасы сена и дров на пожнях. Очень обстоятельно охарактеризована в летописи погода 1145 года: сначала стояло жаркое теплое лето, а перед жатвой полили непрерывные дожди, и люди «не видедем ясна дни» до самой зимы. Наводнение было больше, чем в 1143 году. Во всей Руси не смогли ни снять урожая, ни убрать сена. Зима наступила бесснежная и сырая. На следующий год в южнорусских землях хлеб не уродился. Голодными были эти годы также в Германии и Австрии.

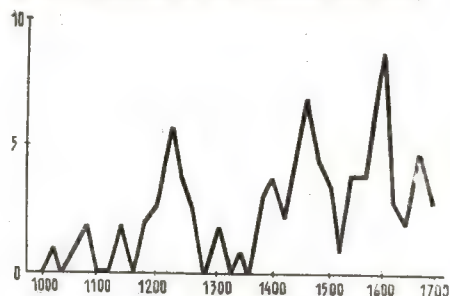
Получается, что в середине сороковых годов вырисовывается еще одна группировка лет, насыщенных особо опасными метеорологическими явлениями. А до конца века такие ситуации повторялись еще дважды.

Сначала это было в 1161—1168 годах, когда неустойчивость погоды привела к тя-

Распределение засушливых периодов (усредненно по двадцатилетиям) в XI—XVIII веках.



Распределение суровых зим в XI—XVII веках (усредненно по двадцатилетиям).



желем последствиям. В 1161 году наблюдались «ведро и жары велицы и сухмень чрез все лето». По словам летописи, «пригоре всякое жито и всякое обилие, и озера и реки засохша, болота же выгорели, леса и земля горела». А затем мороз «уби всю ярь». Осенью установились сильные морозы. Зимой же начались оттепели с обильными дождями. По свидетельству Новгородской летописи, голод схватил всю Русь, «велика скорбь... и нужда была в людях». В 1163 году снова осенью ударили сильные морозы, а зимой, напротив, шли дожди с грозами. Лед на реках в эти годы нередко появлялся только в феврале. Мягкие зимы чередовались с чрезвычайно холодными. Такими были зимы 1165 и 1168 годов.

На конец 80-х и первую половину 90-х годов приходится последняя, четвертая по счету, группировка экстремальных метеорологических явлений в XII веке. В русских летописях их отмечено около 120. В том числе 12 засух, 5 необычайных снегопадов, 7 ураганных бурь, 7 сырых и 6 жестоких зим, 11 высоких половодий и наводнений, наблюдавшихся не только весной, но и летом. Особенно злой была зима в 1187 году. Таких морозов, какие стояли тогда, прежде на Руси не бывало. В это время вспыхнула эпидемия. В каждом доме были больные. Нередко некому было «воды подати».

XII век для районов Киева и Новгорода был временем небывалой ранее сейсмичности. В летописях за это столетие зарегистрировано 10 землетрясений. Значительное увеличение числа необычайных природных явлений свидетельствует о том, что обозначилось ухудшение метеорологических условий на Руси и уже проявились тенденции постепенного похолодания климата, что стало особенно заметным в первой трети XIII века.

XIII столетие началось дождями, которые непрерывно шли в течение всего лета. В 1203 году наступили жестокие морозы. Спустя восемь лет засуха охватила Ливонию и Северо-Восточную Русь. Гибли посевы. Бушевали пожары. Только в Новгороде сгорело 4300 дворов. Ростов Великий пострадал еще страшнее. В нем почти не уцелело ни хором, ни церквей. И как следствие — «глад был велик» не только на Руси, но и во всей Прибалтике. Хлеб необычайно вздорожал. Люди ели собак, кошек. Засушливыми и голодными были 1214 и 1241 годы. А в 1224 году на Руси установилась знойная ветреная погода. Горели леса и торфяники. Дым был столь силен, что люди поблизости не различали друг друга. Мгла «к земле прилегла». Птицы не могли парить, падали на землю и погибали. «Звери всякие» бежали из лесов и полей в города и села, «к человеку входя-ху», искали у людей спасения. По словам летописи, «бысть страх и ужас на всех». Неурожаи поразили все русские земли. Но самый страшный в XIII веке голод был еще впереди. В 1230 году, начиная с Благовеще-

ния до Ильина дня (то есть с начала апреля и до августа, по новому стилю) день и ночь шли дожди. Лето было очень холодным, а 14 сентября мороз убил «обилье» по всей русской земле, «кроме Киева». «Великий голод» продолжался около четырех лет. В Новгороде от голода погибло более 3 тысяч человек, а в Смоленске в братских могилах было похоронено 32 тысячи человек. Таким образом, почти перед самым татарским нашествием Русь потеряла от голода и эпидемий значительную часть своего населения, многие города обезлюдели.

Сведенные вместе факты о погодных аномалиях, безусловно, показывают, что в первые 30 лет XIII века шло постепенное ухудшение климатических условий. Однако в природе все не так прямолинейно и просто. После катастрофического 1230 года на протяжении почти 20 лет русские летописцы отмечают лишь солнечные и лунные затмения, а о каких-либо особенных метеорологических явлениях сообщений нет. Очень мало зарегистрировано их за этот период и в западноевропейских хрониках.

В 1251 году на Новгородскую землю и, вероятно, другие области Руси пришли летом бесконечные дожди и потопили весь хлеб и все сено на полях. Осенью «побил мраз все обилье». Летом 1259 года ударили заморозки.

Потом следует передышка. На протяжении более десяти лет летописцы не отмечают иных чрезвычайных явлений, кроме затмений Луны, Солнца, полярных сияний.

В начале 70-х годов по причине сильных дождей Русь так же, как и весь европейский континент, охватил голод. Четыре года подряд не родился хлеб.

В последней четверти XIII века число опасных метеорологических явлений еще значительно возросло. Бушевали бури, во время которых гибло множество людей и скота. Ураганные порывы ветра поднимали в воздух целые дворы и уносили дальше «вместе с людьми и всем бытом». Лютовали зимние холода, весной и летом реки выходили из берегов. В конце лета или в начале осени морозы побивали «все обилье». В 1298 году на Руси от сильной засухи горели леса и болота, мхи и поля. Начался мор на скот, а затем «великая нужда в народе».

Всего в XIII веке отмечено более 120 экстремальных природных явлений, в том числе 12 засух, 21 дождливый период (лето, осень), 15 необычайно холодных зим. На этот век падает один из самых долговременных периодов, в котором сконцентрировались из ряда вон выходящие природные явления. Это 1211—1230 годы, среди которых было 14 голодных лет. Следующие три группировки приходятся на последнюю треть XIII века, что свидетельствует о дальнейшем ухудшении климатических условий на Руси.

XIV столетие началось «зело великими» бурями. Ураганными порывами ветра

Сводная таблица экстремальных природных явлений, составленная по русским летописям. XV век (фрагмент).



БЕЛЫЕ ПОЖАРЫ		НЕБЫКАЛЬНЫЕ ПРОЗЫ		ДОХЛАДЫ ОСЕНЬ		ХОЛОДНЫЕ ЗИМЫ		ХОЛОДНАЯ ПОЗДНЯЯ ВЕСНА		НЕБЫКАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ		БЕЛЫЕ БУМЫ		ЭПИДЕМИИ			
ЗАСУХИ		НАШЕСТВЕННЫЕ ПРЕДТЕЛИ		ДОХЛАДЫ ЛЕТО		МОРОЗЫ КОНЦА ЛЕТА		МАРКОВЫЕ ЗИМЫ		РАННЯЯ ВЕСНА		КОЗЕРАТЫ ХОЛДАВ БУМАЛЕТА		ЗЕМЛЕ-ТРАСЕННИ		ГОЛЫЕ ГОРЫ	
1403	1401		1401E		1403	1403E	1404				1401		1401				
	1406		1405		1404								1404	1405	1405		
1408	1407		1407		1406	1407E					1408		1406	1407	1407	1408	
	1408		1408		1409	1408	1409E						1408	1409	1409	1410	
1412					1412											1412	
1414	1413															1417	
1417	1414		1414							1415					1414	1414	
	1417		1417			1417									1417	1417	
1419	1419		1419										1419	1419	1419	1419	
1420					1420	1421E	1420						1421	1421	1420	1420	
1422	1422		1421		1421	1422							1421	1421	1421	1421	
1423						1423									1422	1422	
1424	1425					1424									1423	1423	
1426E	1426												1426		1424	1424	
			1427										1426		1425	1425	
1430					1429	1429							1429		1426	1427	
1431	1432		1432										1429		1427		
	1433		1433			1433E							1432		1430	1431	
					1436	1436	1436					1437			1431E	1435	
1438			1436		1437										1435	1436	
1440															1436	1438	
1442	1443					1440											
1443	1445					1442											
	1445		1445E			1443							1443		1442	1442	
1448E	1449				1448	1445							1443		1443	1443	
1451	1451				1450	1446							1445		1444	1444	
					1453	1447							1447		1445	1445	
1458	1458				1454	1454							1447		1446	1447	
					1454	1455							1448		1447	1448	
1462E					1456	1456							1450		1453	1454	
	1459					1458E							1453		1454		
1470E	1471					1461E							1456				
1472	1472		1464		1463	1462E							1460		1460		
1473E																	
	1476		1466		1467								1466		1463		
1479E			1468		1467								1467		1467	1466	
1482E	1483				1477								1469		1468		
1485	1486				1478								1470		1470	1471	
	1488				1481								1471		1472	1472	
1491					1485								1474E		1475	1475	
													1477		1477		
													1478				

«драло дубье», валило с основания храмы, жилые дома. От дождей великих пострадали посевы и сенокосы. В 1301—1302 годах «не добыша люди хлеба», отмечено в Новгородских, Псковских и других летописях.

В 1306 году шли «великие» дожди на Руси, а в следующем году, как известно из «Русского хронографа», был голод в Чехии от «великия засухи». В Троицкой летописи 1309 года есть свидетельство о том, что после шести необычайно дождливых лет наступила знойная погода и вместе с ней засуха. К тому же на людей обрушилась «другая казнь — пришла мышь и поела рожь и пшеницу, и овес, и всякое жито». Цены на хлеб резко подскочили, и был «глад крепок по всей земле русской», который продолжался не менее трех лет. Столь же роковые последствия повлек за собой возврат холодов летом 1314 года, когда мороз убил «всю ярь». Голод начался и в Прибалтике. Для Смоленской земли очень тяжелым выдалось лето 1322 года, когда шли дожди и держались холода. Погиб урожай овощей и плодов. Наступившая вслед за ненастьем зима оказалась необычайно суровой, с крепкими морозами. По западноевропейским источникам, замерзло не только Балтийское, но и Адриатическое море. Следующей зимой сильные холода повторились. Стихийные бедствия почти непрерывно потрясали всю Европу с 1310 по 1328 годы.

В самом конце первой четверти XIV века, как и в три предыдущих столетия, началась засуха. В летописях отмечена «великая сухмень» в 1325 году. Выгорели леса и торфяники. Погибли посевы и сено на пожнях. Исыкали многие водные источники.

Необычайная жара стояла на Руси и в 1364 и 1365 годах. По словам Никоновской летописи, «С поллета и зной и жары бяху велицы, лесы и болота и земля горяще, и реки пересохша, иные же водные места до конца иссохша и бысть страх велик и ужас на всех человецех и скорбь велия».

Еще одна великая засуха приходится на 1371 год. Землю окутал дым горевших лесов и пожарищ. Люди «за едину сажень» не видели друг друга. Медведи, волки и лисы искали убежища в городах и селениях.

«Того же лета бысть знамение в солнцѣ, места черныя, аки гвозди, и мгла велика стояла по ряду с два месяца, и толь велика мгла была, яко за две сажени пред собою не видети было человека в лице, а птицы по воздуху не видяху летати, но падаху с воздуха на землю, и тако по земли пеши хожашу. Бяше же тогда жито дорого, и меженина в людех, и оскудение брашна, дорогоу велика. Бяше же тогда лето сухо, жито посохло, и лесове и борове и дубравы и болота погараху; инде жеи земля горяше».

Спустя три года засуха повторилась: «Дождя сверху не едина капля не бывала все лето».

Итак, середина четырнадцатого столетия характеризуется преобладанием сухой, знойной погоды летом, умеренными и мягкими зимами.

Сильные морозы, холодные осени и поздние весны начались в последней четверти XIV века. Особенно жестокие морозы наблюдались в 1391 и 1393 годах, когда от лютых морозов погибло множество людей и скота, пострадали посевы.

Всего в XIV веке в летописях отмечено более 130 экстремальных природных явлений. Зарегистрировано 12 засух, из которых 8 поразили всю Русь. Во время зноя и «бездождия» погорели Москва, Новгород, Псков, Юрьев (Тарту), Вологда, Витебск, Торонец, Владимир, Смоленск, Тверь, Кашин, Суздаль, Торжок, Нижний Новгород. Три особо опасные группировки приходится на первую треть, а три других — на 60-е и 80-е годы столетия. В XIV веке на Руси насчитывается 29 голодных лет. Из них четыре голода имели не только общерусский, но и общеевропейский характер.

В течение XV века летописцами отмечено более 150 редкостных природных явлений. Правда, большинство из них носило местный характер. И великие дожди, и великая сухмень, и великие морозы, как правило, обрушивались то на Псковскую, то на Новгородскую, то на Московскую землю. Они обусловили более 40 голодных лет, из них 15 были особенно тяжелыми. Чаще всего шли продолжительные дожди. 21 раз за столетие они причиняли большой ущерб озимым и яровым посевам. Нередко не давали возможности убрать хлеб и посеять озимые. В 13 случаях посевы погибли из-за возврата холодов либо в начале, либо в конце лета.

В 1406 году случилась небывалая буря: «Того же лета по Петров дни в Новгородской волости Нижняго бысть буря велика, а в тот час изыде человек на поле и вседе на конь вспрыжен с колесницею, и взят ветр с конем и с колесницею аки бурею носим, ако в трусе и в вихре страшн, дондеже невидим бысть, и на другой день обретоша колесницу его на древе, висящу на версе высока древа и то на друзи стране великия реки Волги; коня же кроме колесница мертва лежаща познаша; человек же без вести: не вед, камо ся деле».

В 1420 году в середине сентября трое суток шел снег, который покрыл землю на 4 пяди. Ударил морозы, и долго держалась стужа великая, которая сменилась оттепелью.

«В лето 6928 бысть мор силен на Костроме и в Ярославли и в Галиче, на Плесе... и тако выморша, яко и жита б и жати некому, а снег паде на Никитин день и иде три дни и три нощи, паде его на 4 пяди и потом сиде и потом мало кто что сжа; и бысть глад по мору».

Группировки чрезвычайных природных явлений в этом веке наблюдаются, можно сказать, во всех десятилетиях.

XVI век по климатическим условиям очень похож на предыдущий. Летописцы отмечают 20 засух, 23 дождливых периода,



13 случаев возврата холодов весной, летом и ранней осенью, 22 жестоких и 8 мягких зим, 5 градобитий, 6 высоких половодий.

Во время засухи 1508 года в Великом Новгороде сгорело 3315 душ и «бог весть сколько истопло людей», искавших спасения от огня в Волхове. Дожди летом 1516 и 1518 годов привели к гибели посевов ржи и жита. Особенно большая потеря урожая связана с обильными дождями во время жатвы летом 1557 года. А Заволжье в том же году сильно пострадало от того, что «мраз весь хлеб побил». По словам летописей, «множество людей измошало по всем градам». В Великом Устюге «пихту ели и траву и стерво». Спустя пять лет в Новгородской и Псковской землях после очень снежной зимы и многоводной весны наступило холодное дождливое лето с северными ветрами и заморозками. Рожь и яровые не смогли убрать, невозможно было посеять озимые. В последующем 1563 году летнее ненастье повторилось. Вслед за дождями, мешавшими уборке, выпал снег в те поры, когда «хлеб в поле не пожат и не обряжен бысть». Многие летописи отмечают голод во всех московских городах и по всей земле русской гибель множества людей.

Стихийные бедствия следовали одно за другим. Дожди сменялись засухами, а засухи — бесконечными ненастьями. К концу 60-х годов XVI века цены на хлеб подскочили в 10 раз. На рубеже 60-х и 70-х годов в Московском государстве по причине чрезвычайно неблагоприятных метеорологических условий наступило «великое разоренье». Народные бедствия усугублялись усилением помещичьей эксплуатации, увеличением податного гнета и в особенности террором опричнины. Например, Тверская, Псковская и Новгородская земли, которые действительно тяжело страдали от недородов, были несправедливо заподозрены Иваном Грозным в обмане, в измене и разгромлены его опричниками. От голода, эпидемии и разгрома опричнины в эти годы на Руси погибли сотни тысяч людей, в том числе 10 тысяч в Новгороде и 12 тысяч в Великом Устюге. На XVI столетие приходится 45 голодных лет.

Зима с 1600 на 1601 год была мягкой, под снегом в некоторых областях подопрели озимые. Летом 1601 года в течение 12 недель непрерывно шел дождь. Затем «рано в лете стали великие морозы». Так записано в Псковских летописях. В других летописях названы даты летних морозов: 28 июля, 15 и 29 августа. 1 сентября (везде старый стиль) выпал снег. Погибли озимые и яровые хлеба и «весь овощ». В первой половине 1602 года цены на рожь подскочили в 6 раз. Летом 1602 года снова ударил мороз и погубил посевы. В 1603 году по сравнению с 1601 годом цены на хлеб подскочили уже в 18 раз. По свидетельству современников, в одной только Москве в 1601—1603 годах от голода погибли 120 тысяч человек. Очевидцы великого голода утверждают, что

вымерла «треть царства Московского». От голода страдали отдельные области России и в 1604—1608 годах, когда летом наблюдались и возвраты холодов и затяжные дожди. Последующие десятилетия тоже были трудными для ведения хозяйства. В 1619 и 1623 годах бедствие захватило всю Европу от Нормандии до Заволжья.

Особенно участились экстремальные природные явления в 50-х и 60-х годах XVII века, на которые приходится 10 голодных лет. В 1669 году в Астрахани было так прохладно, что до конца июня люди «не ходили без теплой одежды». В 80-х годах отмечено 3 нашествия саранчи на южнорусские земли. Засухи продолжались и в 90-х годах, а затем наступило несколько таких дождливых лет, что в Финляндии, например, погибло от голода около трети населения.

На XVII век приходится 25 засух, 12 дождливых летних периодов, 12 возвратов холодов летом и в начале осени, 17 голодных зим. Все это привело к тому, что 32 года были очень голодными. Сюда же входит великий голод при Борисе Годунове.

Итак, мы проследили свидетельства летописцев об экстремальных природных явлениях на протяжении более чем семи столетий. Собранные в единый свод, эти свидетельства позволяют определить основные тенденции колебаний климата.

Прежде всего обращаешь внимание на то, что число редкостных метеорологических явлений росло и достигло апогея в XV—XVII веках. Это и засухи, и особенно обильные летние дожди, и возвраты холодов летом или в начале осени, и небывало лютые зимы.

Приближение так называемого малого ледникового периода, судя по русским летописям, довольно рельефно начинает ощущаться с XII века и уж совсем четко проявляется в первой трети XIII столетия.

Как в первую климатическую эпоху (период малого европейского климатического оптимума), так и во вторую были периоды относительной стабилизации атмосферных процессов, когда порой десять, а то и двадцать лет по своим климатическим данным оказывались близкими к норме. Чрезвычайные природные явления в XI—XVII веках порой носили местный, порой общерусский, а нередко и общеевропейский характер. За семь столетий Русь в целом или ее отдельные земли пережили более 200 голодных лет.

Выводы о том, как изменялся климат, полученные из исторических источников, во многом подтверждаются исследованиями, которые базируются на использовании различных видов естественноисторической информации. И можно с уверенностью говорить о том, что заложен краеугольный камень для создания истории климата последнего тысячелетия. Конечная цель этого поиска, в котором участвуют представители различных областей наук, — точное предвидение климатических изменений в будущем.

# НЕ СЧЕСТЬ АЛМАЗОВ...

В 1980 году в издательстве «Детская литература» вышла «Книга о шашках». Она вызвала интерес у любителей шашечного искусства. Автор побуждает читателей не только и не столько постигать шашечные истины, сколько задумываться и мыслить самостоятельно, стремиться и поискам неизведанного и изобретать свое — творить.

В предлагаемой вниманию читателей статье автор книги гроссмейстер В. ГОРОДЕЦКИЙ делится своими мыслями о шашечном творчестве.

Русские шашки известны по меньшей мере пятнадцать веков. Другие шашечные системы существуют несколько тысяч лет. Между тем секреты игры, законы действия ее механизмов до сих пор спрятаны за семью замками.

Шашки — широкая логическая задача со многими неизвестными. Она имеет некоторую общность с другими типами логических задач. Ее можно сравнить, например, с известной задачей о коммивояжере, которой занимался еще Леонард Эйлер (1707—1783 гг.).

Коммивояжер выезжает из одного города и должен посетить  $n-1$  городов, заезжая в каждый из них только один раз, и вернуться в исходный пункт. Известны расстояния между всеми городами. Какой маршрут он должен избрать, чтобы общее расстояние было минимальным? Принципиально решить такую задачу просто: перебрать все возможные маршруты и указать кратчайший. Но дело все в том, что с возрастанием числа городов количество возможных вариантов растет чрезвычайно быстро —  $(n-1)!$  и уже при 15—20 пунктах достигает астрономических чисел. Оказывается, что при сколько-нибудь значительном числе городов решить задачу не в состоянии даже самая быстрая действующая вычислительная машина. Заметим, что задача эта возникла как чисто развлекательная, но впоследствии нашла применение во многих практических областях. Впрочем, в истории науки таких примеров известно немало.

Задача о коммивояжере — типичная переборная задача управления. Над ее решением в общем виде вот уже много лет (и пока безуспешно!) ломают голову ученые.

С шашками дело обстоит еще сложнее. Для задачи о коммивояжере, где все просматривается как на ладони, можно построить полный граф, применять методы динамического программирования, метод ветвей и границ. Чтобы построить подобные алгоритмы для шашек, необходимо предварительно перебрать все возможные варианты — и хорошие и плохие! А такая задача пока неразрешима. (Подсчитано, что если каждый житель Советского Союза будет ежедневно играть по 20 партий, то шашки будут исчерпаны за 600 триллионов лет!).

Из сказанного следует, что путь полного перебора вариантов для шашек совершенно неприемлем. Необходимо научиться обрубатывать тупиковые ветви на дереве логических возможностей игры, но только таким образом, чтобы вместе с водой не выплеснуть и ребенка — не потерять важную информацию.

Есть, казалось, простой способ. Изучить механизмы мышления шашкистов, перевести их на язык математики и дальнейшую обработку передать ЭВМ. Однако ни один, даже самый великий шашкист не в состоянии объяснить, как он думает. Видимо, многогранные механизмы работы мозга, во всяком случае, на современном этапе, не поддаются моделированию.

Далее. Шашки содержат элементы спорта, науки и искусства. Человек, научив-

шийся видеть и понимать красоту шашечных комбинаций, приобщается к самому высокому искусству. У играющего развивается ассоциативная фантазия и даже возникают художественные образы. Без этого немислимы настоящие мастера. Без этого они превращаются в ремесленников.

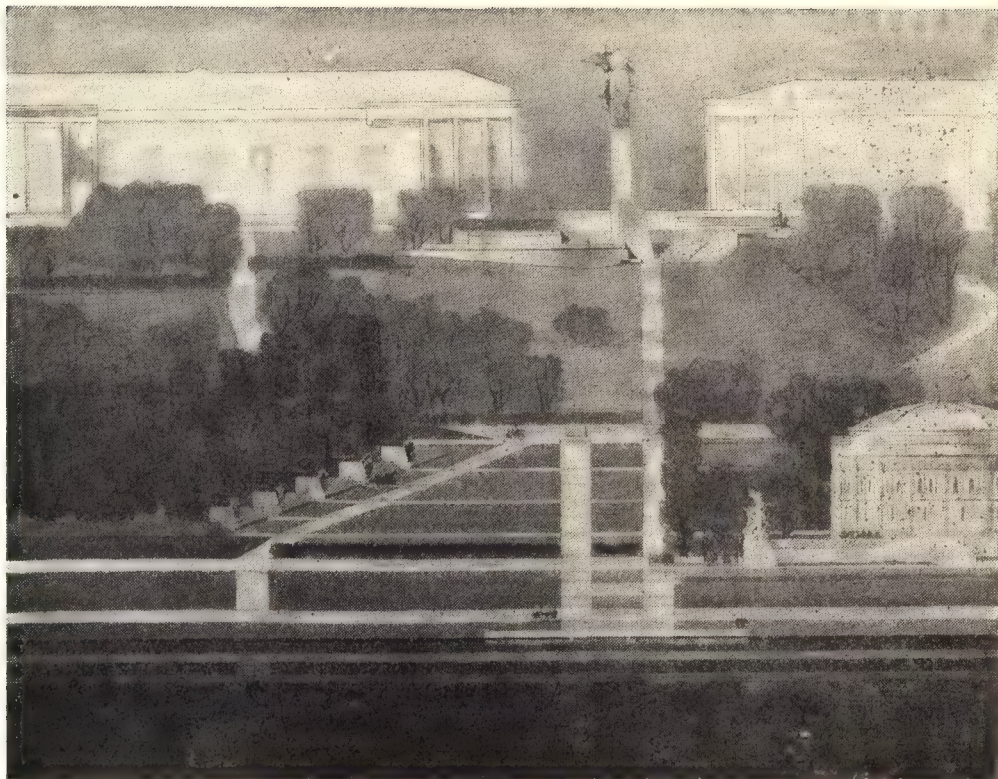
Такие переживания тоже не подвластны ЭВМ.

И вот что еще интересно отметить. У человека ежедневно, ежеминутно возникает огромное, поистине астрономическое количество жизненных ситуаций, на которые он даже не обращает внимания. Удивительно, но человек «научился» не видеть заведомо глупые ходы. А машина вынуждена разбирать и такие возможности. Как же избавить от них ЭВМ?

Более двадцати лет назад один из основоположников кибернетики К. Шеннон и А. С. Кронрод почти одновременно пришли к выводу, что главная очередная задача в эвристике — программирование точной оценки широко ветвящегося дерева логических возможностей в игровой ситуации. Однако применение оценочной функции, предложенной К. Шенноном, пока не дало возможности создать автомат, сносно играющий в шахматы.

В 1963 году А. Л. Брудно опубликовал в сборнике АН СССР «Проблемы кибернетики» фундаментальное исследование «Грани и оценки для сокращения перебора вариантов». В ней изучаются детерминированные игры двух лиц («мы» и «противник») и показывается, что во время самого перебора вариантов возникает информация, позволяющая отбросить без анализа ряд позиций — ветвей дерева игры. Применение идей Брудно связано с определенным ограниченным горизонтом. С расширением этого горизонта положение может измениться. Ведь расширение трассы хотя бы на один полуход может иметь огромное и решающее значение. В предлагаемых заметках приводится один яркий пример из игры в шашки, когда весьма разумное сокра-





В ближайшие 15—20 лет центр города планируется «вернуть» к Днепру, к въезду в Смоленск. На холме должно разместиться новое здание городского Дома Советов. Ниже, по склону до берега Днепра, раскинется парк Победы. В этом парке предполагается соорудить обширный мемориальный комплекс, посвященный героизму советского народа в Великой Отечественной войне. Закончен проект набережной Днепра. В прошлом году началось сооружение ее 200-метровой центральной части. Уровень воды в реке будет повышен: ниже Смоленска планируется построить переливную плотину. Новый уровень Днепра даст возможность улучшить судоходство и водоснабжение города. Расширятся зоны отдыха. Все эти решения входят в общую программу реконструкции центра.

Растет, хорошеет Смоленск. Приобретая новые, современные черты, он остается дорогим сердцу народа своей историей, памятниками, обликом, нерасторжимой связью времен.

В Смоленске создается мемориальный комплекс, посвященный героизму советского народа в Великой Отечественной войне (скульпторы: лауреат Ленинской премии Л. Е. Кербель (руководитель), А. Н. Вучуков, Н. С. Любимов, Д. Г. Сергеев; архитекторы: Н. В. Баранов, Е. И. Кутырев, Г. Г. Соосар, С. В. Шестопал). Комплекс займет несколько десятков гектаров, протянется более чем на километр. На всем его протяжении будут установлены многофигурные композиции. Это рассказ о трагических днях внезапного нападения на нашу страну, о стойкости регулярных частей Красной Армии, о мужестве партизан и подпольщиков. История прослеживается до водружения знамени Победы над рейхстагом. В комплексе найдут отражение и послевоенные события, в том числе полет Ю. А. Гагарина. В здании панорамы студия имени Грехова воссоздаст картину Смоленского сражения 1941 года. На крепостной стене, которая тянется здесь вдоль Днепра, в различных формах будет рассказано о тысячелетней истории Смоленска. Мемориальный комплекс и парк Победы составят единое целое.

Фото В. Трубаева, А. Лиепинь-  
ша. Рисунки В. Трубаева.

#### ЛИТЕРАТУРА

Н. Н. Воронин, П. А. Раппопорт «Зодчество Смоленска XII—XIII вв.», Ленинград, «Наука», 1979.  
В. В. Косточкин «Старым смоленским тран-

том», «Искусство», М., 1972.  
И. Пузырев, В. Усов «Смоленск», М., «Московский рабочий», М. 1976.  
«Смоляне», Сост. Е. Ал-

фимов, А. Мишин. М., «Современник», 1980.  
«Смоленск», М., «Московский рабочий», 1980.  
«Смоленск», М., «Планета», 1976.

# А К А Ц И Я И П О М Е Р А Н Е Ц И З Н А Ф Т А Л И Н А

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

Как любой цвет можно получить, комбинируя красный, желтый и синий, так, по гипотезе Эймура\*, все сложные запахи сводятся к семи типам. Вот они: гнилостный, острый, эфирный, мятный, цветочный, мускусный, камфорный.

Для каждого типа можно привести множество веществ, отличающихся таким запахом. Чем сложнее запах, тем сложнее структура соединений, им обладающих; синтезировать их можно лишь в лаборатории. Вот почему нам будет не по силам получить дома вещества с мятным, камфорным или мускусным запахом. Однако некоторые пахучие соединения с довольно сложным строением мы сможем приготовить, не имея химической посуды и специальных реактивов.

Вещество, обладающее гнилостным запахом (сероводород), всем известно. Этот запах имеют протухшие яйца. Сероводород  $H_2S$  образуется из некоторых аминокислот белка при гниении. Его можно получить в небольшом количестве, действуя кислотами на сульфиды металлов (например, натрия). Этот опыт следует проводить очень осторожно: сероводород ядовит.

Пример вещества, имеющего острый запах, — муравьиный альдегид  $HCHO$ , называемый также формальдегидом. (В быту применяется раствор этого альдегида в воде — форма-

лин.) Известны альдегиды, имеющие более приятный, менее острый запах. Это, например, уксусный альдегид  $CH_3CHO$ : он пахнет прелыми яблоками.

Это соединение можно получить окислением этилового спирта. В стакан с чайной ложкой воды осторожно влейте столько же серной кислоты. К полученному раствору добавьте раствор двуххромовокислого калия (для его приготовления бросьте на дно стакана щепотку бихромата и залейте небольшим количеством воды). Вы получите хромовую смесь — жидкость желтого цвета, обладающую сильными окислительными свойствами. Теперь осторожно добавляйте к хромовой смеси на дне стакана несколько капель этилового спирта (можно водки). Цвет раствора меняется от желтого до зеленого — это хром меняет валентность от +6 до +3. А этиловый спирт при этом окисляется в уксусный альдегид, который можно обнаружить по запаху прелых яблок.

Очень острым, резким запахом обладает альдегид акриловой кислоты, акролеин  $CH_2=CH-CHO$ . Его нетрудно получить из глицерина, а если нет глицерина, то из жира. Ведь глицерин — составная часть всех жиров. Положите на сковороду щепотку кислого сернокислого калия, добавьте две капли подсолнечного масла и нагрейте на пламени. Обнаружить выделяющийся акролеин легко по раздражающему слизистые оболочки запаху.

В молекуле акролена рядом расположены двойная связь и карбонильная группа. Вот это-то соседст-

во и обеспечивает веществу такой резкий запах. Еще больший эффект дает соседство в молекуле карбонильной группы с атомом галогена. Как правило, такие вещества не только имеют очень резкий запах, но и обладают слезоточивым действием.

Одню из таких соединений — йодацетон. На дно стакана капните несколько капель ацетона, бросьте кристаллик другой йода (можно испарить в том же стакане несколько капель продающейся в аптеке йодной тинктуры и потом добавить к ней ацетон). Теперь прибавьте к раствору йода в ацетоне одну каплю концентрированной азотной кислоты и осторожно нагрейте стакан в кастрюле с горячей водой. Осторожно поднесите стакан к носу. Вы почувствуете, что у вас текут слезы.

Как легко догадаться, типичное вещество, обладающее эфирным запахом, — это этиловый эфир, широко применяемый в медицине:  $C_2H_5-O-C_2H_5$ . Это соединение можно приготовить из этилового спирта. Налейте в пробирку десять капель этилового спирта и столько же концентрированной серной кислоты. Осторожно нагрейте смесь так, чтобы она начала кипеть. Теперь добавьте в пробирку несколько капель спирта. Образующийся диэтиловый эфир дает о себе знать своим приятным, мягким запахом.

Только что полученное вещество относится к классу простых эфиров. В природе часто встречаются сложные эфиры спиртов и органических кислот. Именно эти соединения обуславлива-

\* См. «Наука и жизнь», № 1, 1978, стр. 33—39, там изложены современные представления о механизме обоняния.



ют аромат многих фруктов — груши, ананаса, сливы (см. таблицу).

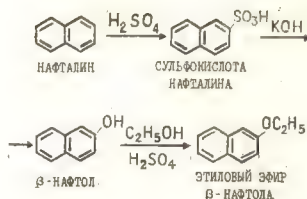
Нетрудно получить этиловый эфир уксусной кислоты, этилацетат  $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{C}_2\text{H}_5$ , применяемый в технике как растворитель. Налейте в стакан по полложки уксусной кислоты и этилового спирта, добавьте к ним несколько капель концентрированной серной кислоты. Нагрейте стакан в течение нескольких минут в кастрюле с горячей водой. Образующийся этилацетат вы обнаружите по характерному приятному запаху. Если вам удастся раздобыть другие органические кислоты и спирты, то вы сможете по той же методике получить из них различные сложные эфиры, приведенные в таблице.

Тот, кто имеет некоторые навыки работы в химической лаборатории, в школьном химическом кружке, сможет провести более сложный синтез душистого вещества, смоделировав тем самым химическое производство. — например, получить из нафталина вещества с запахом цветов акации и помаранца.

В тонкостенном химическом стакане (или в крайнем случае в консервной банке) к двум чайным ложкам нафталина добавьте четверть стакана концентрированной серной кислоты. Нагревайте смесь при

помешивании на слабом пламени газовой горелки в течение примерно часа. Охладите почерневшую реакционную массу (обратите внимание: запах нафталина исчез). Добавьте к смеси немного воды и дождитесь, когда выпадут кристаллы  $\beta$ -нафталинсульфонокислоты (может быть, для этого массу надо будет охладить в холодильнике, конечно, в закрытой посуде). Слейте с образовавшихся кристаллов раствор кислоты, промойте их несколькими порциями воды и добавьте к ним одну-две чайные ложки гранулированного едкого кали и ложку-другую воды. Нагревайте эту смесь в химическом стакане или в консервной банке на пламени несколько минут. Теперь можно ощутить характерный запах  $\beta$ -нафтола. Получившуюся серую массу осторожно вылейте в стакан, заполненный наполовину водой. Отфильтруйте раствор от осадка и прибавьте к нему по каплям концентрированную серную кислоту. Выпавший осадок  $\beta$ -нафтола отфильтруйте и высушите на фильтре на воздухе. Соскоблите этот осадок в пробирку, залейте его этиловым спиртом, прибавьте к смеси каплю концентрированной серной кислоты и нагревайте реакционную массу в кастрюле с горячей водой до тех пор, пока спирт не испарится. В остатке вы получите этиловый эфир  $\beta$ -нафтола — соединение со слабым приятным запахом, напоминающим запах цветов акации.

Чтобы лучше почувствовать этот запах, растворите



На этой схеме показано, как можно получить вещество с запахом акации из нафталина. Используя вместо этилового спирта метиловый, получим неролин, имеющий сильный приятный запах — так пахнут цветы помаранца и апельсина.

остаток в чайной ложке медицинского эфира и смочите этим раствором кусочек промокательной бумаги.

Этиловый спирт можно заменить метиловым (только в этом случае реакцию с  $\beta$ -нафтолом нужно проводить в вытяжном шкафу). Метиловый эфир  $\beta$ -нафтола, называемый неролином, обладает очень сильным запахом цветов помаранца и широко применяется в парфюмерной промышленности; в частности, его добавляют в душистые мыла.

Читатель обратил внимание, как часто в этой статье повторялось слово «осторожно»: опыты с концентрированной серной кислотой, со щелочами и метиловым спиртом надо проводить с чрезвычайным вниманием! Серная кислота и едкое кали при попадании на кожу могут причинить много неприятностей. Метиловый спирт опасен при вдыхании, так что работать с ним можно только в хорошо вентилируемом вытяжном шкафу — разумеется, не дома.

В таблице приведены сложные эфиры органических кислот, обладающие запахом некоторых известных фруктов и цветов.

Эфир	Формула	Запах
Изоамилформат	$\text{H} - \text{COO} - \text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	Сливы
Бутилацетат	$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{C}_4\text{H}_9$	Ананас
Изоамилацетат	$\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	Груши
Цитронеллилформат	$\text{H} - \text{COO} -$ $-(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$	Розы
Бензилформат	$\text{H} - \text{COO} - \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$	Жасмина
Циннамилформат	$\text{H} - \text{COO} - \text{CH}_2\text{CH}=\text{CHC}_6\text{H}_5$	Корицы
Фенилэтилформат	$\text{H} - \text{COO} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$	Хризантемы
Метиловый эфир гептинкарбоновой кислоты	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{C}=\text{COOCH}_3$	Фиалки

# ВЛАСТЬ НАД ГЕНОМ

ОЧЕРК ТРЕТИЙ: КАК ГЕННЫЕ ИНЖЕНЕРЫ НАУЧИЛИСЬ «ЧИТАТЬ» И «ПИСАТЬ»

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ  
(Московский государственный университет).

До настоящего времени идут споры, какой круг проблем следует объединять под названием «генная инженерия». Одни полагают, что генными инженерами следует назвать и селекционеров-гибридизаторов, пользующихся традиционными методами. Иные, напротив, считают, что генная инженерия — лишь получение рекомбинантных молекул-векторов со вставленными в них чужими генами. Думаю, не правы и те и другие. По первой точке зрения к генным инженерам следовало бы причислить и безымянных селекционеров глубокой древности. Вторая точка зрения слишком сужает это понятие.

Можем ли мы считаться покорителями гена, если не научимся расшифровывать нуклеотидную последовательность, которую хотим вставить в плазмиду? Или же, если это требуется, не сможем синтезировать такую последовательность, которая никогда не существовала в природе?

Поэтому методы расшифровки структуры гена и синтеза его разрабатывались одновременно с получением гибридных молекул, оба направления дополняли и развивали друг друга. Ведь чтобы охарактеризовать, например, новую рестриктазу, надо определить, какого рода липкие концы она дает.

Начнем с разработки методов «чтения». Все уже привыкли, что «нуклеотидный текст» обычно изображается чередованием символов А, Г, Ц, Т — аденина, гуанина, цитозина и тимина. Нужно, однако, помнить, что эти основания присоединены к молекулам сахаров — дезоксирибоз, а дезоксирибозы сшиты между собой остатками фосфорной кислоты  $H_3PO_4$ . Так что последовательность, например, ГЦАТТА следовало бы писать 5'ГфЦфАфТфТфАфЗ' (не забудьте о полярности нуклеотидных цепей, неравнозначности их концов!). Напомним также, что цепь ДНК двойная и комплементарная вышеприведенной последовательность будет 3'ЦГТААТ5'. Чаше приводят в текстах только одну последовательность — вторую легко достроить в уме, помня, что Г соответствует Ц, а А — Т.

РНК устроена, в общем, так же, только нить ее обычно не двойная, а одинарная, вместо тимина стоит урацил (У) — тот же

тимин, только без метильной группы и сахара, другие — рибозы.

Нужно еще помнить, что основание плюс сахар называется нуклеозидом, а нуклеозид с остатком фосфорной кислоты — нуклеотидом. Точнее, рибо- или дезоксирибонуклеотидом, в зависимости от того, какой сахар он содержит.

«Нуклеотидный текст» выглядит удивительно монотонно, примерно как телеграфное сообщение, записанное азбукой Морзе. Вот, например, текст: ТГЦТЦЦЦЦААЦ ТТГ. С этой последовательности начинается размножение ДНК маленького фага  $\phi\chi$  174 (читается фи-икс). Но и другие нуклеотидные тексты, в том числе и наших генов, выглядят столь же невыразительно. Однако не забывайте, что замена хотя бы одной буквы в тексте из многих тысяч символов может оказаться для нас смертельной.

Ясно, что при дешифровке оперировать длинными последовательностями неудобно, практически невозможно. Мы ведь и в книге не читаем всю страницу сразу. Поэтому ген делят на фрагменты. Средний ген, в котором записано строение белка из более чем трехсот аминокислот, содержит около тысячи нуклеотидов. Этот ген делят рестриктазами на одинаковые части, в сотню нуклеотидов и меньше, а затем расшифровывают каждую из них отдельно.

Два методических приема сделали возможной дешифровку нуклеотидных последовательностей достаточно большой длины. Первый из них — это деление коротких цепей (олигонуклеотидов) электрофорезом в поддерживающих средах — гелях.

Гель, попросту говоря, — студень. Его можно делать рыхлым, полужидким и достаточно плотным, как мармелад. Один из наиболее распространенных — агарозный гель, делают из веществ, близких к тем, которые применяют в кондитерской промышленности. Второй широко известный гель изготавливают из акриламида: жидкий раствор этого вещества наливают в стеклянные трубочки или щель между двумя пластинами и вызывают в нем реакцию полимеризации. Молекулы акриламида сшиваются, образуя студнеобразную структуру.

В столбик или пластину геля вводят смесь фрагментов ДНК, а затем пропускают через гель электрический ток. Молекулы ДНК в электрическом поле начинают двигаться к обратному по заряду электроду.

Продолжение. Начало см. №№ 7, 8, 1981.



Ясно, что чем меньше молекулярный вес фрагмента, тем из меньшего количества звеньев он состоит, тем быстрее он будет проникать в поры геля и пройдет большее расстояние. Современные методы электрофореза позволяют разделить смеси фрагментов, различающихся всего на один нуклеотид. Например, уверенно можно разделить кусочки ДНК, состоящие из 99 и 100 нуклеотидов.

Но этого мало: ведь полосы ДНК в геле нужно как-то увидеть. Если материала много, в ход идет прокраска упоминавшимся в предыдущем очерке бромистым этидием, окрашивающим фрагменты ДНК оранжевым цветом. Но фрагментов анализируемого гена, как правило, бывает мало. Тогда их метят радиоактивным изотопом, как правило — фосфором. А радиоактивные зоны в геле выявить просто: достаточно положить его на рентгеновскую пленку, и она засветится в тех местах, где имеется радиоактивный фосфор.

История открытия методов дешифровки ДНК не менее драматична, чем история, скажем, дешифровки древнеегипетских иероглифов Шампольоном, да и касается нас всех в гораздо большей степени. Однако объем очерка не позволяет описать ее подробно. Все же следует рассказать о человеке, который сделал для расшифровки «языка жизни» столько же, сколько Шампольон для египтологии.

Фредерик Сэнгер из знаменитой Кембриджской лаборатории, той самой, откуда вышла «двойная спираль» ДНК Крика и Уотсона, в 1958 году был удостоен Нобелевской премии. Он разработал метод расшифровки аминокислотных последовательностей в белках и «прочитал» первый белок — инсулин. По тем временам это было великой победой. Это сейчас химики-белковики смотрят на расшифровку последовательности инсулина несколько снисходительно: ведь инсулин состоит всего-то из двух цепочек аминокислот (в одной 30 звеньев, в другой 21).

Казалось бы, Сэнгеру можно было почивать на лаврах. Но вот из его лаборатории в 1965 году выходит метод мечения нуклеиновых кислот «горячим», высокоактивным фосфором. А в 1977 году Сэнгер в возрасте 59 лет окончательно формулирует принципы метода расшифровки нуклеотидного текста и вместе с сотрудниками прочитывает всю последовательность ДНК фага  $\phi$  x 174. Это один из самых маленьких фагов,

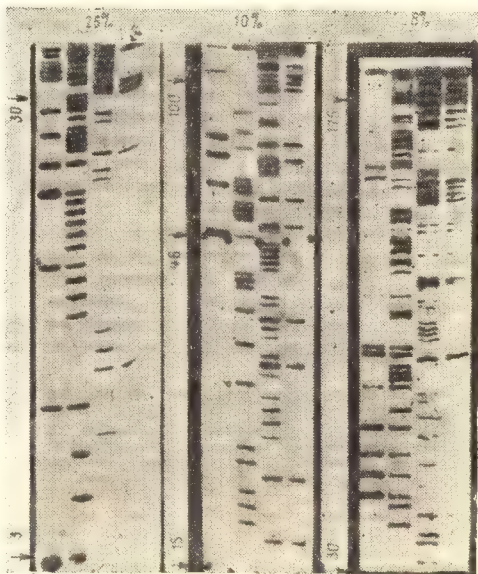
но в его ДНК 6375 звеньев! Сейчас в лаборатории Сэнгера завершается расшифровка геномов митохондрий человека и быка (там звеньев около 16500). Неудивительно, что этот легендарный исследователь в 1980 году стал, подобно Марии Кюри, дважды Нобелевским лауреатом.

Первые варианты сэнгеровского метода расшифровки были довольно громоздкими и неудобными, позже он был существенно модифицирован. Опишу лишь один из самых последних и удачных вариантов.

Для него требуется однострочная ДНК. Она должна служить матрицей для синтеза комплементарной ей цепи в пробирке. Чтобы синтез пошел, необходимы три вещи: материал, из которого будет строиться растущая цепь ДНК — нуклеозидтрифосфаты — АТФ, ГТФ, ЦТФ, ТТФ (меченные фосфором), маленький кусочек ДНК, комплементарный матричной (это «затравка» синтеза, как его называют — праймер) и, конечно же, фермент, в присутствии которого идет такой синтез.

А теперь самое важное. ДНК-матрицу можно «обмануть», подсунув ей в качестве строительного материала нуклеозидтрифосфаты с другим сахаром, не с дезоксирибозами, а с рибозами, как в РНК (такое звено будет наиболее уязвимым местом, то есть более чувствительным к внешним воздействиям). Как это сделать, как совершить такой обман? Раствор, в котором идет синтез ДНК, делят на четыре порции — в одну добавляют «фальшивый», рибозный АТФ, в другие — такой же ГТФ, ЦТФ и ТТФ. И эти рибонуклеотиды с высокой долей вероятности встанут в какие-то места синтезирующейся цепи.

Но вот комплементарная нить ДНК готова во всех четырех пробирках. Стоит теперь обработать полученную ДНК щелочью, как она распадется на фрагменты именно в тех местах, где в нее встроены рибонуклеотиды, смесь же фрагментов делят в геле.



Примерно так выглядят результаты разделения фрагментов ДНК в гелях. После разделения пластину геля кладут на рентгеновскую пленку. Темные полосы — следы излучения радиоактивного фосфора. Здесь показаны три радиоавтографа. Первый слева — результат разделения в самом плотном геле (концентрация акриламида 25%). Он применяется для деления самых коротких фрагментов ДНК — от 3 до 30 звеньев. В более рыхлых гелях (8–10% акриламида) разделяются фрагменты, построенные из ста и более звеньев (длина показана стрелками сбоку).

Чтение нуклеотидной последовательности ДНК методом Сэнгера. Исследуемый ген переводят в одноцепочечную форму, а затем пришивают к одному концу ДНК затравку (праймер). От праймера идет синтез второй цепи ДНК, комплементарной заданной. В каждую порцию вместе с обычным строительным материалом — дезоксиАТФ, ГТФ и ЦТФ и ТТФ — добавляют один из «фальшивых» — рибонуклеотидный аналог названных блоков. Если каждую порцию затем обработать щелочью, рибонуклеотиды расщепляются. Смесь фрагментов разделяется в геле, и радиоактивные зоны проявляются на рентгеновской фотопленке. В других вариантах метода вместо рибонуклеотидтрифосфатов добавляют аналоги дезоксиАТФ, ГТФ, ЦТФ и ТТФ, на которых синтез комплементарной последовательности обрывается. Так сразу получают фрагменты, обрывающиеся на известном нуклеотиде. Метод позволяет прочесть свыше 400 нуклеотидов подряд.

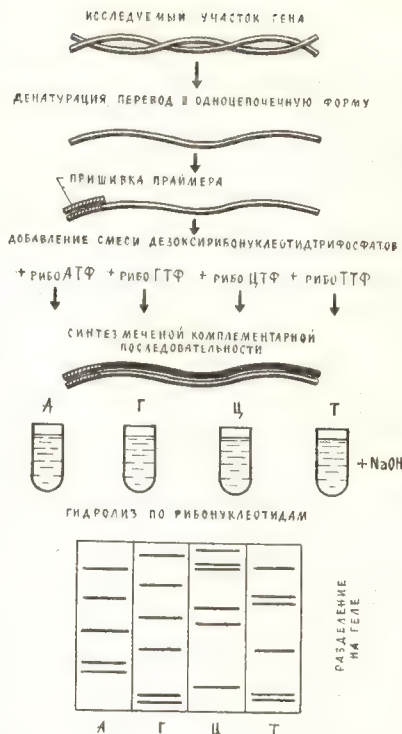
Допустим, у нас фрагменты из 20 звеньев в той пробирке, куда мы добавили рибозный АТФ, распадутся на куски, содержащие 4, 6, 10, 15, 17 звеньев, начиная с точки синтеза (праймер при этом тоже удаляется). Значит, 5, 7, 11, 16 и 18 позиции в нем занимает аденин — ведь по нему под влиянием щелочи распалась ДНК в этой пробирке. Значит, пять «букв» мы уже прочитали, вернее, определили занимаемые ими места. Если затем таким же образом проанализировать оставшиеся 3 порции с внедренными в них «фальшивыми» ГТФ, ЦТФ и ТТФ, то прочтем весь фрагмент целиком, узнав, где в нем расположены Г, Ц и Т.

Правда, это не та последовательность, которую надо было расшифровать и которая служила матрицей (та, немеченная и в геле не видна). Но она комплементарна заданной, а потому ее легко восстановить, помня, что А связывается с Т, а Г с Ц. (В других вариантах метода полученную ДНК по рибозам не расщепляют, а просто останавливают ее синтез в каждой из четырех проб аналогом соответствующего основания, блокирующего синтез, или просто нехваткой соответствующего нуклеотидтрифосфата.)

Вторую свою Нобелевскую премию Сэнгер разделил не только с П. Бергом — творцом рекомбинантных молекул, но и с Уолтером Гилбертом, предложившим в том же 1977 году иной метод расшифровки нуклеотидных последовательностей — столь же изящный и быстрый, но основанный на диаметрально противоположном принципе (неплохой пример диалектического единства противоположностей).

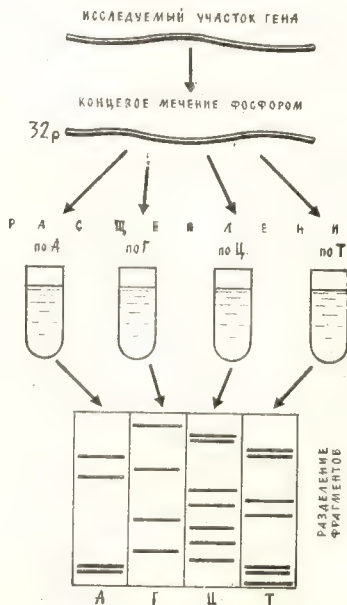
Не было ни гроша, да вдруг алтын! Генные инженеры получили сразу два метода чтения ДНК, причем одинаково мощных. Справедливости ради следует заметить, что второй метод, получивший название метода Максема-Гилберта, основан на результатах

Схема чтения нуклеотидной последовательности ДНК по Максему-Гилберту. К изучаемой последовательности присоединяется меченая фосфорная группа, затем раствор ее делится на 4 порции. В каждой из порций соответствующий нуклеотид сначала модифицируется, а затем последовательность расщепляется по модифицированному основанию. Фрагменты разделяются в геле. Недостаток метода — довольно сложные химические манипуляции, предшествующие расщеплению.



работ советских химиков, в первую очередь Е. Д. Свердлова. Гилберт, как говорится, просто снял сливки.

По методу Максема-Гилберта фрагмент ДНК, предварительно помеченный с конца фосфором, избирательно расщепляется по каждому из четырех оснований. То есть исследователь сразу определяет нужную последовательность, а не вновь синтезирует комплементарную ей.





Как избирательно расщепить ДНК? Для этого ее сначала «расплетают», переводят в одонитивную форму, а затем обрабатывают химическим реагентом, удаляющим какое-нибудь основание. Оголенный в результате этой процедуры фосфатный мостик между соседними нуклеозидами становится непрочным и легко расщепляется под действием нехитрых приемов.

Меняя условия реакции, можно подобрать четыре варианта, в которых ДНК будет расщепляться в основном по одному из четырех оснований.

Методы Сэнгера и Максема-Гилберта произвели революцию в расшифровке первичной структуры ДНК. Раньше раскодировке были доступны лишь короткие фрагменты — не более 10—15 нуклеотидов. Теперь исследователи смело берутся за блоки из сотен и тысяч звеньев, расшифровывают строение не только генов, но и вирусов (вторым после  $\phi$ x 174 стал обезьяний вирус SV40). На этом пути были сделаны фундаментальные открытия — определено строение участков ДНК, «запускающих» работу структурных генов — так называемых промоторов и операторов, обнаружен феномен перекрывания генов во многих вирусах, когда одна и та же нуклеотидная последовательность в зависимости от точки отсчета кодирует разные белки, — и многое другое.

Так генные инженеры научились читать на том языке, которым написаны генетические программы. Но этого мало: следовало научиться «писать» на том же языке, то есть синтезировать в пробирке или колбе (как говорят, «в стекле») гены с заданной нуклеотидной последовательностью.

Оговоримся: речь идет здесь не о размножении генов в пробирке по имеющейся природной матрице, «по шпаргалке». Такой путь уже пройден: используя фермент ревертазу, мы можем синтезировать ДНК на матрице РНК, а применив ДНК-полимеразу, синтезировать ДНК на ДНК. Речь идет о синтезе гена без матрицы. Не копирование природы, а создание принципиально нового нуклеотидного текста.

Многие химики-органики пробовали свои силы на этом поприще, но трудности казались непреодолимыми. И таились они в самой природе синтезируемого соединения, природе гена. На первый взгляд просто: соединить два звена нуклеотидной цепи, потом к двухзвенному отрезку присоединить еще одно и так далее, постепенно наращивая нуклеотидную цепь. Увы, затруднения на этом пути возникают немалые.

Первое заключается в том, что при образовании фосфодиэфирной связи отщепляется молекула  $H_2O$ . Значит, в водном растворе при огромном избытке одного из конечных продуктов гораздо вероятнее распад этой связи, гидролиз. Удобнее вести синтез в неводном органическом растворителе — например, в пиридине.

Второе затруднение посложнее. Гидроксильная группа дезоксирибозы и фосфатный остаток нуклеотида в обычных, мягких

условиях неохотно взаимодействуют друг с другом. Фосфат нуклеотида надо каким-то способом активировать, чтобы реакция пошла. Третье затруднение в том, что звенья нуклеотидной цепочки изобилируют (иного слова не подберешь) группами, которые охотно вступают в ненужные, побочные реакции. Это и оксигруппы сахара — пентозы, и аминогруппы в азотистом основании, и гидроксил межнуклеотидного фосфата, который должен остаться незатронутым (он-то и придает ДНК и РНК кислые свойства).

Все эти группы в момент проведения реакции полимеризации нужно как-то защитить, блокировать дополнительными химическими реакциями. Иначе процесс «в стекле» пойдет как угодно, но не так, как нам надо. Мало того, блокировка должна быть обратимой — после синтеза полимера защиту с них нужно снять, да еще в очень мягких условиях, чтобы не разрушить с таким трудом созданную цепь.

Достоинство почтительного удивления, что химики преодолели все эти трудности. Более того, был разработан, помимо чисто химического способа сшивки звеньев, другой — ферментативный. РНК, например, можно синтезировать, используя ферменты типа рибонуклеаз. Эти ферменты обычно расщепляют межнуклеотидные фосфатные мостики. Но каждый фермент может быть катализатором как прямой, так и обратной реакции, и в определенных условиях равновесие можно сдвинуть в сторону синтеза связей, против их разрыва.

Достоинство этого метода в том, что ферменты высокоспецифичны — они действуют направленно. Если, например, фермент способен возникновению 3'—5'-межнуклеотидной связи, то он не трогает другие места, поэтому нет нужды блокировать, защищать от него другие группы.

И тем не менее все существующие сегодня способы практически не позволяют синтезировать цепочки длиннее 10—12 звеньев. Причина заключается в многостадийном характере процесса: мы пришиваем к цепи ДНК один нуклеотид за другим. Увы, каждый этап реакции идет не со 100% выходом. Допустим, на каждом этапе выход составляет 90%. Значит, из 100% исходных звеньев мы получим 90% двухзвенного звена, потом 90% от этих 90% трехзвенного и так далее. Выход достаточно длинных цепей ДНК оказывается ничтожным, это все равно что хранить воду, переливая ее из одного дырявого сосуда в другой.

Что же, синтез более длинных фрагментов ДНК или РНК оказывается недоступным? Нет, на помощь (в который раз!) приходят ферменты. Вспомним о волшебных ферментах — ДНК- и РНК-лигазах, сшивающих куски нуклеиновых кислот. Можно параллельно синтезировать десятизвенные фрагменты, а потом сшивать их лигазами в том порядке, который нужен. Многие исследователи, в том числе и у нас, пошли по этому пути, наибольшего успеха добился индийский химик, работающий в США, Гобинд Корана. В 1970 году возглавляемая им группа синтезировала структурный ген

дрожжевой транспортной РНК, переносящей аминокислоту аланин (77 нуклеотидов длины).

Выбор этого объекта не случаен. Прежде чем синтезировать новые гены, нужно попытаться воссоздать уже существующий в природе и убедиться, что он может работать. Для этого нужно полностью расшифровать последовательность нуклеотидов в нем — а методов Сэнгера и Максема-Гилберта тогда еще не существовало. А вот структура ряда тРНК уже была расшифрована, да и размеры их приемлемы (75—85 нуклеотидов в среднем).

Корана синтезировал 10—12-звенные фрагменты с липкими концами и сшивал их лигазой. Так 11 лет назад был создан ген аланиновой тРНК. Увы, он оказался неактивным. Лишь потом стало ясно почему. Полный ген как транспортной РНК, так и любой другой, помимо структурной части, кодирующей конечный продукт, содержит многие другие необходимые ему участки. Начиная от точки считывания идет зона промотора (именно на нее садится в клетке молекула РНК-полимеразы), далее — зона, шифрующая строение гена-предшественника. Она существенно длиннее конечной РНК — матричной или же транспортной, так как содержит вырезаемые из предшественника РНК участки, а у высших организмов — еще и интроны. Все это завершается зоной терминатора, на которой синтез РНК заканчивается. Только такая, довольно сложная структура генетически активна, то есть может работать.

Естественно, объем работы по искусственному синтезу гена в таком случае резко возрастает. Лишь в 1976 году Корана завершил синтез гена тирозиновой тРНК кишечной палочки — в нем было 56-звенный промотор, 126-звенный структурный ген-предшественник и 25-звенный терминатор. Придавав к нему липкие концы, образуемые рестриктазой EcoRI, он встроил искусственный ген в плазмиду — и убедился в его генетической активности. Правда, промоторные и терминаторные последовательности Корана все-таки заимствовал у природы.

Бесспорно, это большая победа. Тем не менее синтез искусственных генов остается чем-то вроде сверхвысокого пилотажа, на который способны лишь немногие, и возможности его довольно ограничены. Правда, в последнее время наметились пути усовершенствования этой трудоемкой и малоэффективной процедуры.

Речь идет о синтезе полинуклеотидов на твердой фазе. В качестве твердой фазы чаще всего используют пластмассы — полистиролы с так называемыми якорными группами. К этим якорным группам надежно прикрепляются молекулы нуклеозида — первого звена, с которого начинается строящаяся цепь ДНК. После каждого акта пришивки колонка с носителем тщательно промывается и заполняется раствором следующего звена.

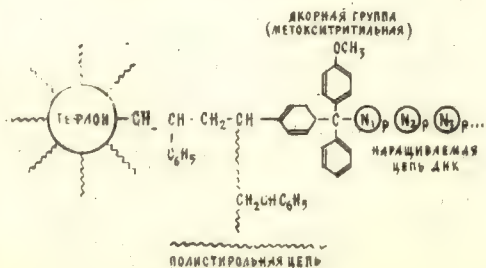
Бич этого метода — высокая вероятность пропусков в синтезируемом нуклеотидном тексте. Так, если мы синтезируем последовательность АТГАГ, то в конечном продукте у нас могут быть АТГАГ, АТТАГ и другие «тексты», опять же из-за того, что реакции полимеризации идут не со 100% выходом. И все же, как бы то ни было, этот метод можно автоматизировать. Поставив в ряд десять таких синтезаторов, каждый из которых синтезирует 10-звенный участок гена, а затем применив лигазу для сшивки, в приемлемый срок можно получить нуклеотидную нить из ста звеньев.

Больших успехов в этом направлении достигли советские исследователи З. А. Шабарова и В. К. Потапов (МГУ). Предложенный В. К. Потаповым твердофазный носитель состоит из зерен политетрафторэтилена (тефлона), к которым привиты нити полистирола с якорными группами. В целом получается что-то вроде трехмерной снежинки с огромной поверхностью, а значит, с большой емкостью. Разработанные ими методы позволяют уверенно синтезировать фрагменты ДНК до 15 звеньев со скоростью 2—3 звена в сутки. Строится автоматический синтезатор по этому принципу, но метод уже опробован в деле: с его помощью создавались заправки (праймеры) для обратной транскрипции по проекту «Реввертаза».

В настоящее время широко распространено мнение о том, что из-за неимоверной трудоемкости химического синтеза генов этот метод практически бесполезен и основа генной инженерии не синтез, а выделение нужных нам нуклеотидных последовательностей из природных источников — геномов. Возможно, такое суждение и сейчас чересчур категорично.

Во-первых, в генной инженерии очень большой спрос на всякого рода короткие последовательности — искусственные липкие концы, линкеры, вставки и т. д. Многие из них удобнее делать искусственным путем, чем искать в природе. Во-вторых, есть немало белков крохотного размера (коди-

Схема твердофазного синтеза короткой нуклеотидной последовательности по методу, разработанному химиками МГУ. Слева направо: к зернам тефлона пришиваются полистирольные цепи с якорными группами, на которых наращивается дезоксирибонуклеотидная цепь ( $N_1, N_2, N_3$  — здесь, по принятой в генетике терминологии, не атомы азота, а нуклеозиды, а Р — атомы фосфора, а остатки фосфорной кислоты, сшивающей нуклеозидные звенья в ДНК).





руемых соответственно мини-генами), но чрезвычайно активных физиологически. Синтез таких генов имел бы для практики огромное значение.

Первые успехи в этом направлении уже достигнуты. Синтезирован ген ангиотензина (Институт цитологии и генетики СО АН СССР), об этом достижении «Наука и жизнь» уже писала (см. № 2, 1981). Этот мини-белок (10 аминокислотных остатков) эффективно повышает кровяное давление. Ген антагониста ангиотензина — белка брадикинина синтезирован в Москве, в Институте биоорганической химии АН СССР. Там же синтезирован ген нейрогормона — энкефалина, а в США — человеческого инсулина.

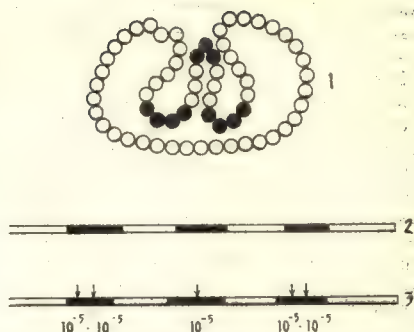
Трудность здесь в том, что для синтеза гена нужно знать его строение, хотя бы аминокислотную последовательность кодируемого им белка. Все эти мини-белки чрезвычайно эффективны и именно из-за этого присутствуют в организме в ничтожных количествах. Чтобы выделить гормоны, вырабатываемые гипоталамусом и управляющие деятельностью всей эндокринной системы, потребовалось более 15 лет интенсивной работы! Но если аминокислотная последовательность такого гормона известна, гораздо проще его ген синтезировать, чем искать в геноме.

Думаю, мы еще не знаем и десятой доли таких белков-регуляторов, управляющих самыми интимными сторонами обмена в организме. Здесь непочатый край работы для физиологов, врачей, биохимиков и генных инженеров.

**М**олекулярные генетики подметили, что далеко не все участки гена изменяются (мутируют) с одинаковой скоростью. Есть такие участки, которые практически одинаковы (инвариантны) у весьма отдаленных друг от друга организмов. Но именно в этих участках чаще всего зашифровано строение активной части молекул фермента — той, которая ведет взаимодействие с субстратом. А дело здесь в том, что любая мутация в активном центре оказывается смертельной, поэтому в процессе эволюции они не закреплялись.

Из этого между тем не следует, что такие идентичные последовательности в белках — единственные и неповторимые. Несомненно, могут существовать самые различные комбинации аминокислотных остатков, которые бы выполняли ту же функцию еще лучше, либо сообщали природному белку качества, ему несвойственные, но полезные человеку.

Инвариантность части белковой молекулы (например, активного центра фермента) объясняется просто: для того чтобы улучшить или изменить белок, требуется одновременно изменить сразу несколько аминокислотных остатков. При этом каждая мутация по отдельности летальна, лишь все вместе дадут желанный эффект. Но вероятность каждой отдельной мутации, допустим,  $10^{-5}$ , если же для удачного изменения инва-



Почему некоторые участки аминокислотных последовательностей в белках настолько консервативны, что сохраняются в процессе эволюции миллиарды лет? На рисунке (1) дана схема некоего белка с консервативными (инвариантными, неизменяющимися) последовательностями — слагающие их аминокислоты зачернены. От сохранности этих участков зависит само существование третичной структуры белковой молекулы и выполнение ею функции. Поэтому любая мутация в таких местах гена (на рис. 2 они даны черным цветом) смертельна. Но белок может работать лучше или же станет способным к новой функции, если, допустим, пять мутаций (на рис. 3 это показано стрелками) произойдут одновременно. Однако вероятность этого ничтожна. Естественным путем такой ген и такой белок возникнуть не смогут. Но есть выход: синтезировать эти участки искусственно и вставить в нужный ген. Тем самым мы переводим эволюцию этого гена на новые пути, переводим с тех рельсов, по которым она шла с момента возникновения жизни.

риантной последовательности требуется 5 одновременных мутаций, то вероятность такого события  $10^{-25}$  (одна десятиллионноллиллиардноллиллиардная!). Отсюда ясно, почему такие участки остаются неизменными.

Станислав Лем в одном из своих рассказов, на мой взгляд, удачно объясняет, почему природа не «изобрела» колеса. Для того чтобы колесо функционировало, нужно, чтобы одновременно возникли и ось с чем-то вроде подшипника, спицы и круглый обод. Постепенное возникновение колеса невозможно: в лучшем случае оно в процессе становления окажется бесполезным, в худшем — вредным. А мгновенное, за одно поколение, возникновение колеса крайне маловероятно — настолько, что становится уже невероятным.

Поэтому с момента возникновения жизни, с момента становления генетических программ эволюция не создавала новые последовательности иначе как путем постепенной переделки старых. Да, изменчивость ограничена, но не вследствие каких-то непостижимых сил, направляющих мутации. Рамки, ограничивающие ее, созданы теорией вероятности: мутагенез случаен и именно поэтому ограничен.

Вырваться из жестких рамок эволюции, если угодно, изобрести «биологическое колесо» можно с помощью химического

У человека и животных периодически, через равные промежутки времени, наступает состояние покоя — сон. Все млекопитающие во время сна неподвижны — отдыхают мышцы тела, замедляются обменные реакции в организме, сокращения сердца делаются реже. Во время сна отдыхает и центральная нервная система, на фоне общего торможения остаются возбужденными только отдельные участки мозга. В это время можно зарегистрировать биопотенциалы, характерные для сна; они отличаются своей частотой и амплитудой. В фазе медленного сна на электроэнцефалограмме обязательно регистрируются дельта-волны. Все эти факты известны для наземных млекопитающих.

А как же дельфины? Ведь по наблюдениям ученых на воле и в бассейне, эти млекопитающие круглосуточно находятся в движении. Одно время даже высказывалось предположение, что у дельфинов вообще нельзя обнаружить состояния, подобного сну у других млекопитающих.

Несколько лет назад группа советских ученых электроэнцефалографическими методами детально изучала сон у дельфина афалины. Оказалось, что эти дельфины обладают удивительной особенностью: у афалины в состоянии глубокого сна никогда не бывают сразу оба полушария мозга, левое и правое полушария спят по очереди (см. статью «Как спят дельфины», «Наука и жизнь» № 6, 1978).

Было, однако, не ясно, характерна ли такая асимметрия сна только для этого рода дельфинов, или же поочередный дельта-сон полушарий свойствен всем дельфинам, а возможно, и всем млекопитающим, которые обитают в воде (например, ластоно-

гие тоже в некоторые сезоны спят в открытом море).

Поэтому на следующем этапе экспериментов были исследованы другие представители семейства дельфиновых — азовки (они еще известны под названием — черноморская морская свинья). В бассейне размером 25 квадратных метров и высотой в 1,2 метра велись наблюдения за тремя дельфинами. Специально дельфинов не дрессировали, но во время опытов они охотно брали из рук рыбу.

Наблюдения за азовками велись круглосуточно, эти дельфины в любое время дня и ночи плавали в бассейне по кругу со средней скоростью 50 метров в минуту. Расшифровка энцефалограммы показала, что дельфины плавают как во время спокойного бодрствования, так и во время сна — о состоянии глубокого сна, как обычно, свидетельствовали дельта-волны. Типичный неглубокий сон затрагивает оба полушария мозга дельфина, но во время глубокого сна дельта-волны идут только от одного из полушарий, в медленный сон полушария погружаются поочередно. Интересно, что в таком состоянии глубокого сна правое полушарие дельфина бывает несколько дольше, чем левое.

Пока осталось неясным, с чем связана такая асимметрия состояния мозга животного во время глубокого сна. Возможно, причиной тому сложность акта дыхания, для которого каждый раз дельфину приходится всплывать на поверхность.

**Л. МУХАМЕТОВ, И. ПОЛЯКОВА.**  
Электроэнцефалографические исследования сна у дельфинов-азовок. «Журнал высшей нервной деятельности», том 31, вып. 2, 1981.

синтеза генов. Инвариантные участки генов обычно коротки и измеряются немногими десятками нуклеотидов. Уже современные методы генной инженерии позволяют вырезать из гена любой участок и вставить новый — хотя бы искусственно синтезированный. Это уже не перетасовка, перекомбинация генов, данных нам природой, а создание принципиально новых. От такой перспективы могла бы закружиться голова... если бы не одно досадное обстоятельство.

Мы до сих пор не можем сказать, почему та или иная аминокислотная последовательность вызывает какой-то определенный биохимический и физиологический эффект, иначе говоря, мы не можем связать структуру с функцией. Анализ расположения в белковой цепи аминокислотных звеньев — кислых и основных, гидрофильных и гидрофобных — кое-что дает. Можно, например, предсказать, что в человеческом гемоглобине замена глутаминовой кислоты на валин в определенном положении приведет к тому, что белок будет легко выпадать из раствора. Но вот то,

что такой мутантный гемоглобин окажется, к примеру, ядовитым для возбудителя малярии — этого, пожалуй, ни один из химиков-биооргаников предсказать не сможет. Пока не сможем.

Долгие годы ученые расшифровывали строение одного из гормонов гипоталамуса, он состоит из остатков пировиноградной кислоты, глутаминовой, гистидина и пролина. Другие гормоны гипоталамуса немногим длиннее. Оказалось, что искусственно синтезированные модификации таких гормонов с измененной последовательностью, то есть с другими аминокислотами, также обладают биологической активностью, обычно меньшей, чем природные, но иные, наоборот, в десятки (!) раз большей.

Не могу отделаться от мысли, что эксперименты с ферментами и другими биологически активными белками, в которые по воле генного инженера вставлены искусственные активные центры, наконец-то свяжут как следует структуру с функцией и в конечном счете принесут пользу практике.



в памяти содержание источников. Существенную помощь здесь могут оказать вкладные листки или отметки в книге, сделанные в процессе чтения.

Самый простой плановый конспект составляется в виде ответов на пункты плана, выраженные в вопросительной форме. В процессе подготовки, а иногда и при последующей переделке плановый конспект может отразить логическую структуру и взаимосвязь отдельных положений.

**ТЕКСТУАЛЬНЫЙ КОНСПЕКТ** составляется в основном из цитат. Выписки связываются друг с другом цепью логических переходов. Они могут быть снабжены планом и включать отдельные тезисы в изложении составителя или автора.

Текстуальный конспект — прекрасный источник дословных высказываний автора. Он помогает выявить спорные моменты. Особенно целесообразно использовать этот вид конспектирования при изучении материалов для сравнительного анализа положений, высказанных рядом авторов.

Текстуальный конспект в большинстве случаев — пособие, используемое длительное время. Иногда он составляется и как временное пособие для ускоренной проработки произведений. Хотя при его подготовке требуется определенное умение быстро и правильно выбирать основные цитаты, этот тип конспекта не трудно составлять.

Существенный недостаток текстуального конспекта

заключается в том, что он недостаточно активизирует внимание и память. Этот недостаток особенно проявляется, если конспект составлен на основе выписок, сделанных давно, а также без глубокой проработки материала, без его усвоения. Поэтому следует вовремя привлечь в помощь ссылочные страницы и вкладные листки.

Текстуальный конспект при последующей его разработке или даже в процессе составления может превратиться в свободный конспект, который представляет собой сочетание выписок, цитат, иногда тезисов. При этом часть текста иногда снабжается планом.

**СВОБОДНЫЙ КОНСПЕКТ** требует умения самостоятельно четко и кратко формулировать основные положения. Для этого необходимо глубокое осмысление материала, большой и активный запас слов. Само составление такого конспекта успешно развивает эти качества. Свободный конспект, пожалуй, наиболее полноценный, но он достаточно трудоемок.

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ КОНСПЕКТ** дает более или менее исчерпывающий ответ (в зависимости от числа привлеченных источников, в том числе и своих же записей) на поставленный вопрос — тему. Специфика этого конспекта заключается в том, что, разрабатывая определенную тему по ряду источников, он не отображает всего содержания используемых произведений.

Составление тематическо-

## НАУКА И ЖИЗНЬ ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Научная организация  
п и ч н о г о т р у д а

го конспекта помогает всесторонне обдумывать тему, анализировать различные точки зрения на один и тот же вопрос, мобилизовать свои знания. Собственный рабочий каталог, картотеки, наконец, те же конспекты и другие записи будут способствовать этому.

**ОБЗОРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ КОНСПЕКТ.** Это тематический обзор на определенную тему с использованием одного или чаще нескольких источников.

К обзорному тематическому конспекту можно отнести и **ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНСПЕКТ**. Как говорит само название, основное, чему подчинена запись, это хронологическая последовательность событий на фоне отражения самих событий. В отличие от обзорного конспекта на ту же тему хронологический конспект более краткий.

Конечно, чтобы в полной мере освоить работу над конспектами, первоначально следует овладеть методикой подготовки выписок, затем составлением планов, а в дальнейшем — тезисов. И все же можно не проходить последовательно всей цепочки. В принципе конспекты — эти синтетические записи — помогают использовать в нужном объеме различные формы работы над текстом, подходящие для каждого конкретного случая.

шем преобразуется в Ленинградский институт механизации сельского хозяйства.

Наступает война. Кандидат технических наук З. П. Богомазова, известная коллегам как одна из составительниц «Водного кадастра СССР», изучает ледяной покров Ладожского озера, по которому прокладывается «Дорога жизни».

Доцент Ленинградского текстильного института имени С. М. Кирова С. И. Орлова, в свое время предложившая способ выделения ланолина из сточных вод шерстомола, разрабатывает способ крашения хлопчатобумажных тканей в защитные цвета на основе растительного сырья Ленинградской области.

Война окончена — и вновь труд «политехников» вливается в дела мирного строительства и развития.

Шли годы, но наперекор возрасту еще долгое время работали на своих постах славные выпускники замечательного вуза: и Э. Д. Степанова, начальник главной лаборатории «Азнефти» в Баку, и Е. В. Завершинская, начальник центральной лаборатории Черноморско-Каспийского объединения нефтеперегонных заводов, и Н. С. Цицишвили, заведующая кафедрой органической химии Тбилисского государственного университета, и многие другие.

# ПЕЧЬ-МАЛЮТКА

В. ВОЛОДИН.

Печь в доме — это уют, тепло; можно просушить одежду, обувь, приготовить пищу. А в хорошей печи и пирогов наготовить, засушить грибов, яблок...

В последние годы широко стали оборудовать свои домики печами садоводы-любители. Требования, которые они предъявляют к печке, довольно высокие: садовые домики невелики, поэтому и печь должна быть компактной, однако при всем том греть достаточно хорошо, чтобы, несмотря на легкость конструкции домика, в нем было тепло. Следующее требование — экономичность. Дров на участке особенно взять неоткуда — только от подрезки деревьев, да кое-какие отходы стройматериалов. Поэтому расход топлива желательно иметь минимальным. И, наконец, печь должна служить не только для обогрева, но и для приготовления пищи, сушки овощей и фруктов, следовательно, иметь варо-

чную плиту и духовой шкаф.

Всем этим требованиям удовлетворяет печь-малютка, описание которой приводится в этой статье. Конструкция ее очень проста, и постройка вполне доступна своими силами.

Высота печи составляет 1,9 м, ширина — 0,75 м, глубина — 0,63 м, теплоотдача — 1700 ккал/час.

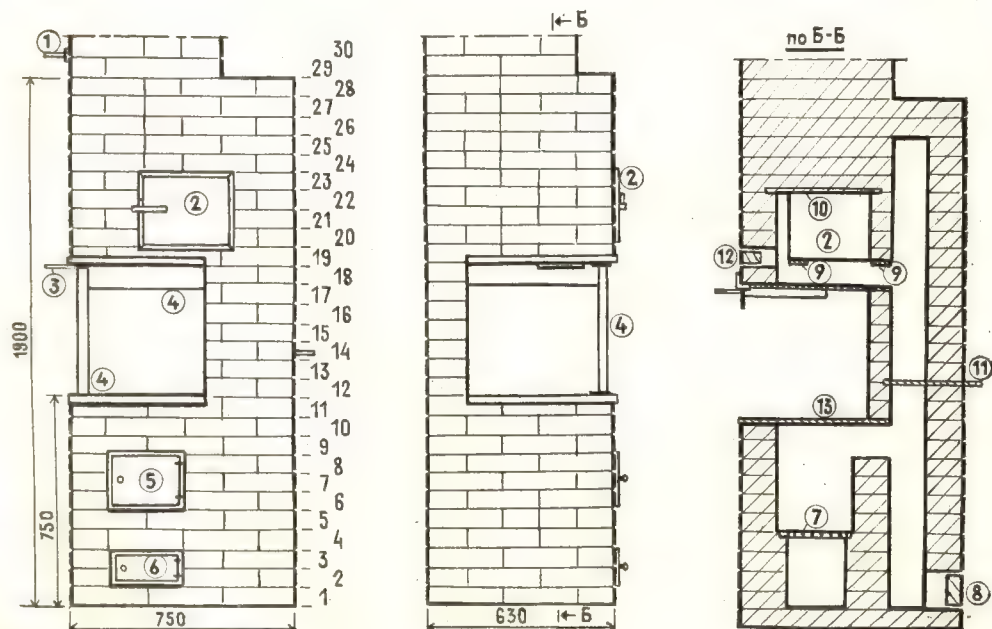
Она занимает очень немного места — всего 0,47 кв. м, объем ее составляет 0,90 куб. м. Печь оборудована одноконфорочной плитой, духовым шкафом и вытяжкой пара от готовящихся блюд. Кроме того, в ней имеется растопочный ход, который используют для растапливания после долгого бездействия печи. Этим же ходом пользуются в летнее время, когда готовят пищу, но не нужно, чтобы нагревалось помещение. Через растопочный ход тепло уходит прямо в трубу, не прогревая саму печь.

Духовой шкаф имеет два

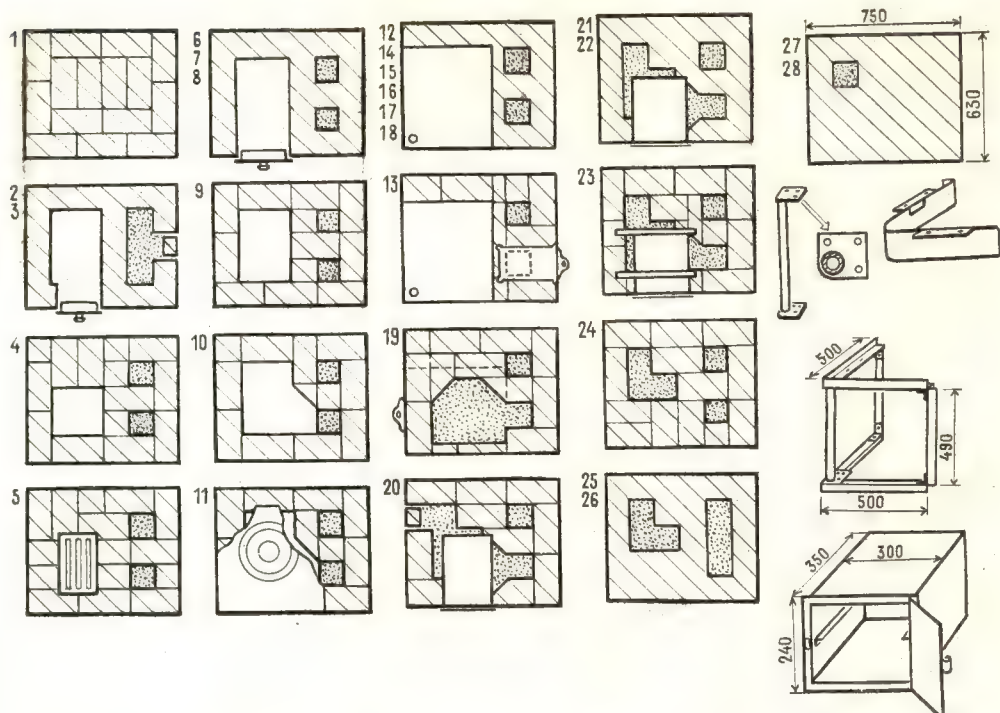
режима нагрева: в одном случае горячие газы подводятся к нему, пройдя предварительно через ходы (обороты) в теле печи, в другом — они идут через растопочный ход и достигают духовки, имея более высокую температуру. При желании в печи можно устроить дверку для самоварной трубы (канал «А», ряд 12).

Для сооружения печи необходим фундамент, который заглубляется на 50–70 см, верхняя часть его должна быть на уровне чистого пола. Наиболее простой и дешевый бутобетонный фундамент делается так: в подготовленный котлован со сторонами 80х65 см вставляют опалубку — щиты из досок. С внутренней стороны опалубку закрывают фанерой или рубероидом, чтобы через щели не просочился бетонный

Схема печи. 1 — задвижка трубы, 2 — духовой шкаф, 3 — плита перекрытия с задвижкой, 4 — металлический каркас ниши, 5 — топка, 6 — поддувало, 7 — колосники, 8 — чистка (1/2 кирпича), 9 — опора духовки (стальная полоса), 10 — перекрытие духовки (стальная полоса), 11 — задвижка для растопки, 12 — чистка (1/2 кирпича), 13 — плита одноконфорочная.







раствор. Затем закладывают слоями кирпичный бой, бутовый камень и все заливают цементным раствором, составленным в пропорции 1:3, 1:4. Между фундаментом и печью прокладывается гидроизоляция из нескольких слоев рубероида.

Печь кладется на глино-песчаном растворе. На 1 часть глины берется 2 части песка. Глину предварительно вымачивают, а песок просеивают (о приготовлении глино-песчаного раствора см. также «Наука и жизнь» №№ 4 и 12, 1980 г.). Слой раствора между кирпичами должен быть толщиной 5—6 мм. Кладка ведется с перевязкой в 1/2 кирпича (допускается и 1/4). Через каждые 5—6 рядов внутреннюю сторону печи нужно затирать мокрой тряпкой.

Углы печи проверяют отвесами с вбитых в потолок гвоздей. После того как будет определено положение трубы, нужно проделать в потолке проем с учетом противопожарной разделки. Правила пожарной безопасности требуют, чтобы от «дыма» до дерева было не менее 250 мм. Если печь

стоит близко от деревянной стены, ее нужно прикрыть несколькими слоями мешковины (1—2 см), пропитанной глиняным раствором. Сверху мешковина закрывается листом железа. На пол перед топкой также нужно прибить лист железа.

Опыт эксплуатации печи показал, что для того чтобы в помещении объемом 30 куб. м, с двойным полом и потолком, утепленными стенами и двойными рамами довести температуру до +20°C при наружной температуре — 20°C, необходимо сжечь 10—12 кг сухих дров. В последующие дни при двухразовой топке нужно сжигать по 4—5 кг дров.

1—28 — ряды кладки  
Стойка ниши (труба 30×3 и две пластины). Козырек вытяжки пара (сталь 110×930×1).

Каркас ниши. Детали соединяются сваркой, на заклепках или винтах. Каркас закрепляется в стенке печи проволокой, проложенной между рядами кирпичей.

Духовой шкаф.

Плита перекрытия изготавливается из двухконфорочной печной плиты, разрезанной пополам. Отверстие конфорки, используемое для вытяжки, перекрывается задвижкой. Она приклепывается к гладкой стороне плиты.

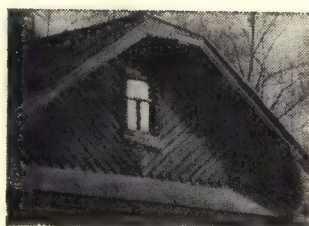
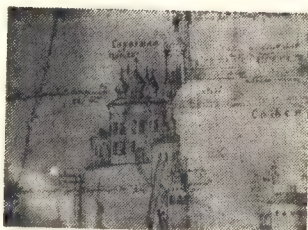
## МАТЕРИАЛЫ

Кирпич красный  
Цемент  
Глина средн. жирн.  
Песок  
Решетка колосниковая 180×250  
Дверка топочная 250×205  
Дверка поддувальная 130×140  
Плита чугунная двухконфорочная  
Шкаф духовой 240×300×350  
Задвижка дымовая 130×240  
Уголок 50×50×5  
Труба стальная 30×3  
Сталь листовая 120×400×5  
Сталь листовая 150×300×2  
Уголки дюралевые 20×20×1

— 300 шт.  
— 100 кг  
— 5 ведер  
— 7—8 ведер  
— 1 шт.  
— 1 шт.  
— 1 шт.  
— 2 шт.  
— 1 шт.  
— 3 шт.  
— 3,5 м  
— 0,5 м  
— 1 шт.  
— 1 шт.  
— 3,5 м

# НОВЫЕ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ ФИЛЬМЫ

## РУССКИЙ ГРАД



Автор сценария и режиссер  
Ф. Тяпкин  
Оператор  
Э. Ольшешская  
Производство студий  
«Центрнаучфильм», 2 части,  
цветной.

Этот фильм не только рассказывает зрителю много интересного, он еще, по сути дела, восстанавливает справедливость — отдает нашим далеким предкам то, что многие из нас наверняка считают заслугой нынешнего индустриального века.

«...И посылает царь дьяка своего на Волгу, в углецкий уезд, церкви и города рубить... И посылает царь город на низ везти и поставить его на свияжском устье в двадцати верстах от Казани... И совершили город в четыре недели», — немало не дивясь, заканчивает летописец повесть о том, как поставили город Свияжск в 1551 году после неудачной осады Казани Иваном Грозным. А в городе три церкви, да стена с пятнадцатью башнями, да жилые дома на шесть тысяч человек, словом, город по тем временам немалый.

Эта история становления Свияжска свидетельствует не только о богатой строительной практике на Руси, но и о существовании законов и правил, в соответствии

с которыми ставили наши предки города. А ведь не так уж давно считалось, что древнерусские города росли стихийно.

И вот обследовано множество архивных документов — летописей, градостроительных планов и смет, правил и законов, согласно которым работали зодчие. Анализ и осмысление этих документов стали основным содержанием фильма «Русский град».

Действительно, трудно предположить, что древние наши города — Псков и Новгород, Суздаль и Владимир, Казань и Москва с их прекрасными в своей соразмерности архитектурными ансамблями строились, грубо говоря, как попало, а не сообразуясь с определенным замыслом. Древние зодчие — видно по всему — были людьми весьма знающими, что подтверждает «Закон градский», обнаруженный недавно в списках «Кормчей книги» XVII века. В нем содержатся правила, как строить удобные и красивые города. Закон учитывает особенности местности, вплоть до направления господствующих ветров, чтобы «дымы не мешали соседу». Строго определены были расстояния между домами, чтобы город хорошо проветривался, не был затенен. «Не затесняй воздуха, не лишай вида соседа», — говорится в законе, — поскольку вид «доставляет много душевных наслаждений».

Фильм рассказывает и о документах, где изложены правила, по которым нужно рассчитывать размеры построек, расстояние между ними, выбирать место для закладки будущего города.





Теперь становится понятной и вторая часть пословицы, содержащая нравоучение: «не говори, что не дюж» — то есть не оговаривайся, что ты слаб, немощен. Здесь слово **дюж** — краткая форма прилагательного **дюжий** в значении «сильный, здоровый, мощный». В слове **дюжий** исторически выделяется корень **дуг** — в общем значении «мощь, сила». Сравните современное **занедужить** — от слова **недуг**, то есть «немощь, бессилие».

Итак, мы выяснили значения слов **гуж** и **дюж** в известном пословицном выражении.

Интересно отметить, однако, что первоначально пословица эта имела несколько иной смысл, чем теперь.

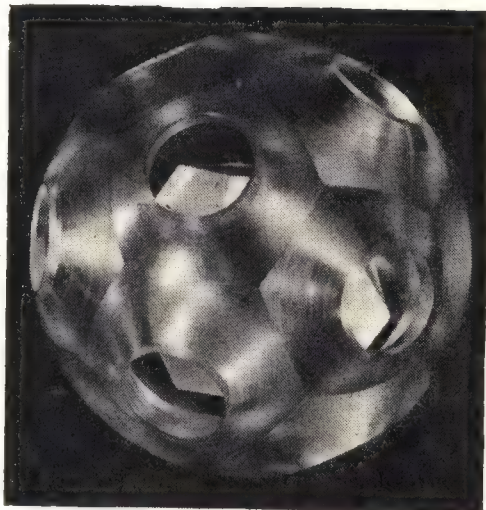
«Взялся за гуж, не говори, что не дюж» — то есть «крепись в слове», — читаем мы в словаре В. И. Даля.

Иными словами, в XIX веке эта пословица значила примерно то же, что «назвался груздем — полезай в кузов» или «не дав слова, крепись, а дав слово, — держись», то есть выполняй обещанное.

С течением времени смысловое содержание пословицы расширилось, стало более общим. В словарях современного русского литературного языка выражение «**взялся за гуж, не говори, что не дюж**» обычно толкуется так: «Не отказывайся от того, на что сам согласился или вызвался».

## ДОДЕКАЭДР В ШАРЕ

Хун(т)хмэра



На фотографии изображены две фигуры: шар с отверстиями и додекаэдр. Как видим, додекаэдр (правильный двенадцатиграннык) находится внутри просвечивающего шара.

Эти фигуры прислал в редакцию читатель журнала из Подмоскovie токарь 6-го разряда Б. Х. Агабалов. Самое интересное, что и шар с двенадцатью отвер-

стиями и лежащий внутри него додекаэдр, который может свободно перемещаться, выточены из одной заготовки. Материалом послужило прозрачное оргстекло.

Вся работа выполнена Б. Х. Агабаловым только на токарном станке. Сначала выточен шар, потом на нем сделана разметка двенадцати отверстий, после чего

они были просверлены на небольшую глубину. Далее последовала расточка отверстий фасонным резцом. При расточке одновременно получается плоская грань додекаэдра и конусная поверхность на внутренней сфере шара. Границы внутренних конусных поверхностей каждого отверстия, сливаясь друг с другом, образуют пятиугольники, видимые на фотографии.

В конце концов все перемычки, соединяющие шар и додекаэдр, подрезаются и обе фигуры отделяются друг от друга.

Здесь приведено лишь самое общее описание хода работы. Но для того, чтобы создать эту суховатую технологическую последовательность операций и воплотить задуманное в материале, требуется виртуозное владение станком, точный расчет и вдохновение.

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

### К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

В связи с увеличением стоимости бумаги для печати, увеличением расходов на полиграфическое исполнение и доставку журнала подписчикам с января 1982 года цена за один экземпляр журнала «Наука и жизнь» устанавливается в размере 70 копеек. Стоимость годовой подписки — 8 рублей 40 копеек.

# К Л Е Т К А С А М А П О С Е Б Е

В. ДЫМОВ, специальный корреспондент  
журнала «Наука и жизнь».



О выращивании в лабораторных условиях изолированных клеток и тканей растений наш журнал рассказывал несколько лет назад («На пути к конструированию растений», № 5, 1974). В той статье говорилось, что культура клеток и тканей становится теоретической основой прикладной генетики и селекции растений, что она открывает перспективы в расширении сырьевой базы для биосинтетической промышленности.

В наши дни культивирование клеток и тканей превратилось из лабораторного метода исследований в область науки, которую по праву можно назвать биологией растительной клетки,— так пишет член-корреспондент АН СССР Р. Г. Бутенко, ведущая эти исследования в Институте физиологии растений имени К. А. Тимирязева АН СССР и работам которой посвящена предлагаемая статья.

В лаборатории, которой заведует Раиса Георгиевна Бутенко, изучают соматическую (то есть не половую) клетку, изолированную от организма. Стало быть, объект исследования выступает здесь как некая отдельность, индивидуум, самостоятельное существо.

Вообще-то индивидуальность клетки признавали все и всегда, начиная с основателей теории клеточного строения М. Шлейдена и Т. Шванна, позже Р. Вирхова, Н. Кольцов — словом, все. «Маленьким организмом» называл ее Шлейден. Но при этом подразумевалось, что клетка — важнейшая структурная единица организма, выполняющая в нем определенные функции (именно так, кстати, рассматривает клетку современная цитология).

А она живет сама по себе. Хотя, конечно, в искусственных условиях — в специально приготовленной питательной среде она растет, размножается, адаптируется, продуцирует, даже изменяется генетически — и всем этим исправно служит интересам науки и практики.

Любопытное существо эта свободно жи-

вущая клетка. Став индивидуумом, оторвавшись от «коллектива», она тем не менее происхождение свое помнит — хранит всю генетическую информацию о своем роде, виде, органе и ткани, откуда взята. Однако, попав в культуру, клетка теряет свою «специальность» и превращается в каллусную. А каллус (в переводе с латинского — мозоль) это та ткань, которая затягивает всякую рану растения (каждому, вероятно, знакомы эти мозолистые наросты на деревьях и кустах).

В ходе обычного развития растений из зародыша клетки дифференцируются по «специальностям», то есть становятся клетками корня, стебля, листа... Выведенные из организма, они теряют структуру, предназначенную для выполнения определенных функций, становятся «безликой» каллусной массой. Этот процесс весьма сложен и, как полагают ученые, зависит от изменения активности различных генов. Одни из них, «дремавшие» до поры, начинают работать, другие, наоборот, работать перестают. Из-за этого в клетке меняется соотношение ферментных и структурных белков. Меньше, например, становится белков, характер-



ных для зеленых, фотосинтезирующих клеток листа или запасющих питательные вещества клеток клубня и корня. Больше появляется белков, свойственных каллусным клеткам. Отсюда меняется и характер обмена веществ: гормональный механизм настраивается на дедифференцировку и размножение каллуса, и в клетках увеличивается число молекул РНК, синтезирующих иные белки.

Каллусная клетка, попав в соответствующие условия, может снова обрести свою «специальность», то есть снова стать клеткой того органа (например, корня), откуда была взята. Но сверх того свободная клетка в отличие от заключенной в организме может овладеть и новой «специальностью»: взятая из корня, она может стать клеткой листа, стебля, цветка, а то и превратиться в зародыш и дать начало целому, нормальному растению. Уникальное это свойство присуще только клеткам растений.

Свободно живущая клетка сохраняет некоторые физиологические свойства своего растения, например, отношение к условиям внешней среды. Так, в опытах, поставленных в Институте физиологии растений, клетки стебля лимона, теплолюбивого, как известно, растения, гибли при понижении температуры до  $-10^{\circ}\text{C}$ . Пробовали их закалять (в обычном нашем смысле — есть у ботаников такой физиологический прием). Ни отдельные клетки, ни целое растение не поддались. А вот клетки обычной ели и без закалки переносили  $-20^{\circ}$ , а с закалкой  $-35^{\circ}$ . Клетки же сибирской яблони, предварительно закаленные, — и того больше  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Сохраняет клетка и способность синтезировать все необходимое для ее собственного существования, а также и все то, чем славится или отличается материнское растение, — гормоны, стероиды, алкалоиды и пр. Это обстоятельство чрезвычайно важно для практики.

Еще одно интересное свойство: покинув «коллектив», клетка тем не менее не расстается с ним совершенно, связь сохраняется, причем в данном случае таинственная. Дело в том, что если свободные клетки расселены в питательной среде редко, то они не делятся. Стоит, однако, уменьшить расстояние между ними, как деление возобновляется. Стало быть, клеткам для полноценной жизнедеятельности необходимо какое-то взаимодействие. Какое? Вносили в питательную среду все возможные средства, стимулирующие деление, — клетки все равно не делились. Осталось предположить, что сами клетки выделяют в среду что-то необходимое для их размножения. Серия экспериментов подтвердила это предположение, дала доказательства химической природы этого «чего-то». А какое именно вещество выделяется, так и остается тайной: очень уж мала концентрация его в питательной среде — никакими способами уловить не удастся.

Но вот киевскому исследователю Ю. Ю. Глебе (он работает в тесном контакте с Р. Г. Бутенко) понадобилось отсаживать и выращивать отдельные гибридные клетки. Оказалось, что клетку надо поместить в

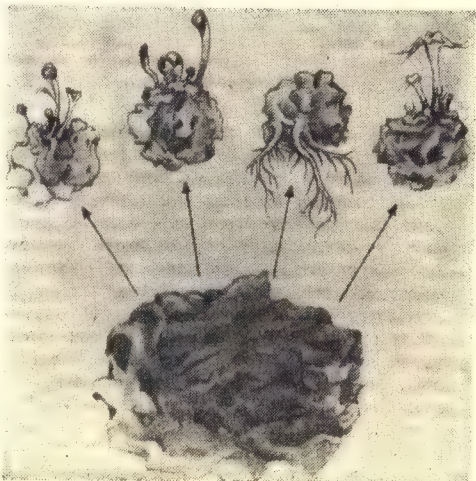
очень маленькую капельку, и там она сама себе создает комфортные для деления условия. Если же объем питательной среды велик, то насытить его таинственным стимулятором деления у клетки не хватает силенок — ее выделения разбавляются в среде, и, чтобы достичь необходимой концентрации, нужна помощь ближних.

Артельный характер свободных клеток проявился и в таком интересном эксперименте. Популяцию клеток облучали гамма-лучами, предварительно введя в среду меченые радиоизотопы. Через некоторое время темп делений в популяции замедлился, а потом резко возрос. Тут надо сказать, что в популяции не все клетки делятся одновременно, часть из них находится в состоянии покоя. Так вот гамма-лучи воздействовали главным образом на делящиеся клетки, и они переставали размножаться. Но тогда начинали делиться остальные, восстанавливая тем самым стабильное состояние популяции.

Выходит, что этим свободным индивидуумам коллективизм вовсе не чужд, даже необходим, и, более того, именно в сообществе их индивидуальность проявляется в наиболее, пожалуй, ярком аспекте — в генетической неоднородности популяции. Удивительно, но факт: происходящие из одной и той же (моnofункциональной) ткани каллусные клетки оказываются генетически различными. И чем дольше живет каллусная популяция, тем больше различий. Чаще всего ученые обнаруживают структурные перестройки хромосом, а также изменение их числа в наборе: оно меняется иликратно основному, диплоидному, набору (полиплоидия), или некратно (анеуплоидия).

В одном из опытов с растением гаплопапрус его клетки с обычным числом хромосом через два года на 95 процентов

культура неорганизованно растущих каллусных клеток продолжает хранить память о строении органов того растения, от которого ведет свое происхождение. И с помощью определенных методов клетки снова могут встать на путь организованного развития.



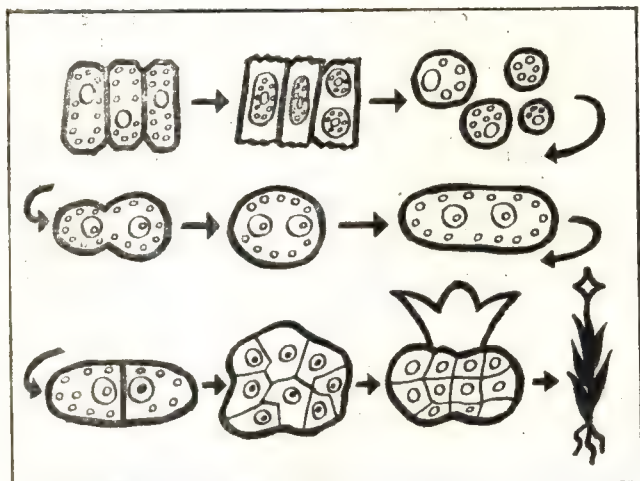


Схема показывает последовательность процесса получения, слияния и культивирования изолированных протопластов.

стали полиплоидными, причем число хромосомных наборов в клетке достигало восьми и более. То есть в ходе культивирования клеток создаются новые генотипы.

Ученые видят несколько причин генетической неоднородности (гетерогенности) клеточных популяций. Прежде всего естественные: в ткани, как бы ни была она специализирована, всегда есть клетки разной плоидности. Только активно растущие, авангардные ткани (меристема, камбий) всегда остаются диплоидными. Еще одна причина — спонтанный мутагенез, он идет всегда, везде, мало изучен и потому непредсказуем.

Другие причины вызваны человеком. Так, при пересадке тканей из организма в культуру нарушаются привычные связи клеток, что тоже вызывает генетические изменения. Эти изменения накапливаются и в ходе многочисленных пересадок, которые претерпевает культура клеток в своей жизни. Наконец, влияние условий выращивания: в зависимости от состава питательной среды, освещения, аэрации преимущество в размножении получает тот или иной генотип. Иными словами, разные клетки в предлагаемых конкретным условиям существования приспосабливаются лучше или хуже, выживают те, что лучше, а в итоге формируется новый генотип.

Устранить действие этих причин невозможно, разве что брать в качестве исходного материала меристемы. Но это только один из факторов. Так что культура клеток как бы обречена на генетическую неоднородность.

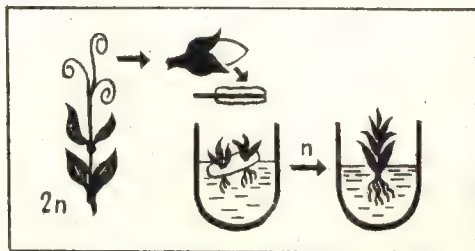
С одной стороны, генетическая неоднородность — недостаток, так как трудно сохранить ценную по каким-либо признакам культуру клеток (хотя в постоянных условиях среды можно какое-то время поддерживать генетическую стабильность культуры). Но с другой — она вовсе не огорчает ученых, ибо позволяет каллусным культурам быстро приспосабливаться к новым условиям существования. А изменение условий выращивания — важнейший инструмент исследования свободно живущих клеток.

Что же исследуют ученые, что открывают им клетка?

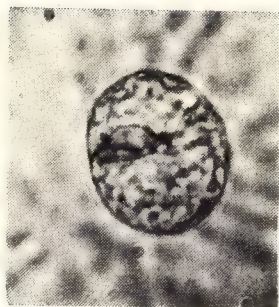
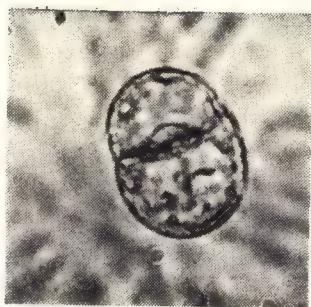
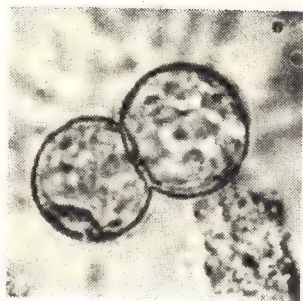
— Многое из того, что нет возможности изучать на целом организме, — говорит Р. Г. Бутенко, — как считывается генетическая программа, как она регулирует обмен веществ в клетке и особенности этого обмена, рост клетки, ее размножение, какие факторы и как влияют на действие генетического аппарата, как наследственная информация реализуется в целое растение. Можно изучать и более узкие вопросы, например, чем определяется темп размножения клеток, с каким типом обмена веществ он связан или когда и почему клетка переходит от роста к синтезу крахмалов, жиров, стероидов, алкалоидов и пр.

Или такой вопрос, как специализация (дифференцировка) клеток, — продолжает Раиса Георгиевна. — Почему деление свободных клеток в одном случае наращивает каллусную массу, а в другом дает начало корню, стеблю, цветку и даже зародышу? Чем один тип деления отличается от другого? Каким образом клетка превращается в орган? Это проблема морфогенеза, наиболее загадочная и бесконечно увлекательная. Решить ее — значит открыть путь к управлению развитием растений. Кое-что мы знаем: условия, в которых клетка может дать начало растению, факторы, так или иначе влияющие на эти процессы, научи-

Изолированная пыльца растений, помещенная в питательную среду, в определенных условиях развивается в растение.







лись использовать их. Но внутреннюю сущность процессов — последовательную цепь событий на молекулярном, на биохимическом уровне — наука еще только начинает познавать. Очевидно, что процессы эти в свободной клетке и в клетках растений аналогичны, поэтому отдельную клетку удобно использовать как модель, тем более что в культуре клеток способность к морфогенезу усиливается. Кроме того, здесь все под контролем, а в целом организме многие факторы вообще неизвестны.

Вот еще пример возможностей отдельной клетки — получение гаплоидных растений из пыльцы. Как известно, гаплоидным называют половинный набор хромосом, он образуется при делении полного диплоидного набора для передачи наследственной информации потомству. Именно молодые клетки пыльцы содержат такой набор. При обычном ходе развития они превращаются в зрелую пыльцу, которая оплодотворяет женские половые клетки растений. Если же пыльцевые зерна изолировать и поместить в питательную среду, то они в ряде случаев отклоняются от обычного хода развития: вместо того чтобы превращаться в зрелую пыльцу, они начинают делиться и образуют или зародышеобразную структуру, из которой вырастает целое растение, или каллусную массу, из которой потом тоже можно получить взрослое растение.

Такие растения будут содержать половинный, гаплоидный, набор хромосом. Его можно удвоить, и тогда у растения будет дигаплоидный набор. Не диплоидный — с разными хромосомами двух родителей, а именно дигаплоидный — удвоенный набор одинаковых хромосом, несущих одну и ту же комбинацию генов.

Теперь взглянем на это глазами генетика-селекционера. Смысл его работы в том, чтобы собрать в одном растении несколько интересующих его признаков, которыми обладают разные родительские формы. Иными словами, надо получить в одном наборе хромосом определенную комбинацию генов. Для этого очень желательны гомозиготные родители, иначе говоря, такие, которые четко, поколение за поколением «выдают» один и тот же признак, допустим, высоту стебля. Гаплоидные и дигаплоидные растения как раз и есть такой гомозиготный материал, и в их потомстве выщепление нужных признаков происходит

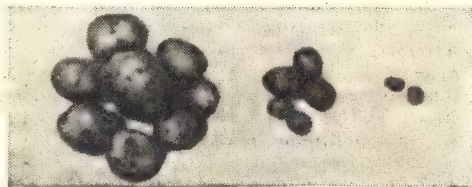


в четыре раза чаще, чем при обычном скрещивании. Чтобы обычным путем вывести такую гомозиготную (чистую, как говорят генетики) линию, нужны многие годы. А свободно живущая клетка позволяет получить желанный результат в первом же поколении. Надо ли говорить, насколько заинтересованы в этом селекционеры!

Раз уж речь зашла о селекционерах, скажем другое: гаплоиды и дигаплоиды не единственный дар свободно живущей клетки селекционерам. Она вообще, как пишет Р. Г. Бутенко, обещает «в перспективе революционизировать практическую генетику и селекцию сельскохозяйственных растений».

Ну, коль скоро революция, то, стало быть, переворот, перелом в чем-то главном, основном, определяющем. В чем же? В селекционной работе такой «становой жилой» является гибридизация. Получают-





Гибридный картофель, полученный от слияния протопластов Приенкульского раннего сорта (слева) и дикого картофеля (справа).

ся задуманные гибриды — есть движение, есть прогресс; нет гибридов или «не те» — застой. Но движение-то, даже когда оно здесь есть, очень уж неторопливое: результатов ждут годами и десятилетиями. Свободно живущая клетка открывает возможность резко ускорить это движение. Она также способна скрещиваться, причем делать это можно в пробирке: поместить туда семечку и прямо на нее нанести пыльцу, а дальше уже привычное культивирование. Быстро и просто, но дело не только в этом. Тут появляется возможность одолеть природные физиологические барьеры, мешающие гибридизации. У многих видов существует, например, запрет на самоопыление, а оно необходимо для выделения чистых линий. С другой стороны, не прорастает в семечку и пыльца отдаленных видов, поэтому межвидовые скрещивания часто не удаются. Скрещивание половых клеток в пробирке позволяет обойти эти запреты природы.

Но то половые, заметит читатель, а у нас ведь речь идет о соматических. Верно, однако соматические клетки тоже могут скрещиваться, правда, не совсем в своем обличье. Прежде необходимо их «раздеть»: с помощью специальных ферментов освободить от пекто-целлюлозной оболочки. Так клетка превращается в изолированный протопласт. Через некоторое время протопласт восстановит свою «одежду» и станет опять нормальной клеткой. Но пока он голый, перед исследователями открываются поистине неограниченные возможности.

Дело в том, что изолированные протопласты могут сливаться друг с другом. При этом они пренебрегают всякими генетическими, физиологическими, иммунологическими барьерами, вплоть до того, что могут сливаться растительные протопласты с животными. Чем не революция! Протопласт табака сливали с голой клеткой дро-

зофилы. Маленькая животная клетка попала в большую растительную и не погибала сразу, как можно было ожидать, даже пыталась делиться! На этом, правда, все пока и кончается, но для ученых тут масса интереснейших подробностей.

А скрещивание даже весьма отдаленных родственных растений проходит вполне благополучно. В лаборатории Р. Г. Бутенко с помощью протопластов получили соматический гибрид дикого и культурного картофеля и довели его до взрослого растения. Оно оказалось очень интересным: по форме листьев и куста, по размеру клубней это была промежуточная форма между тем и другим родителем, но по росту растение оказалось крупным — гетерозисным; кроме того, оно получилось намного более устойчивым к болезням, чем его родители.

— Это объясняется, очевидно, тем, — поясняет Раиса Георгиевна, — что, сливая соматические клетки, мы получаем не только гибридные ядра, но и гибридную цитоплазму, тогда как при половом скрещивании отец обычно представлен в детях ядром, а мать — и ядром и цитоплазмой. Сочетание же и той и другой цитоплазмы, оказывается, имеет большое значение. В частности, это может служить причиной того, что у соматического гибрида появляются признаки, которых нет у половых гибридов тех же растений, — это может быть как раз устойчивость к болезням.

Получены также межвидовые гибриды моркови, табака, петунии, дурмана. Гибридная их природа доказана полностью, и это вполне нормальные растения, способные к размножению. Получены с помощью протопластов и межродовые гибриды. Ю. Ю. Глеба вывел соматический гибрид растений из семейства крестоцветных — арабидопсиса и полевой капусты, в ФРГ получен соматический гибрид между картофелем и томатом (оба из семейства пасленовых). Межродовые гибриды становятся взрослыми растениями, но потомства не дают, плодов и клубней не образуют и пока представляют лишь научный интерес.

Изолированный протопласт обладает еще одним важным свойством — он может вбирать в себя природные молекулы и частицы, в том числе и такие, как молекулы ДНК, вирусы, бактерии. Это создает возможность вводить в клетку новую для нее генетическую информацию, изменять тем самым ее наследственную программу и в итоге получать необычные, небывалые в природе растения. Главная трудность тут в том, чтобы клетка приняла чужие гены как свои и дала им возможность работать, а она упрямится, и дальше отдельных удачных опытов дело пока не идет. Но дело это — геновая инженерия — молодое, оно растет, набирает силу...

**С**елекционеру важно не только вывести новый сорт или вид, но и быстро размножить его. Культура клеток и тканей и в этом деле готова ему помочь.



Существует метод клонального размножения, родившийся из культивирования клеток и тканей, и в его создание весомый вклад внесла лаборатория Р. Г. Бутенко. Суть метода в том, что от растения отделяют меристемные верхушки — наиболее активно растущие участки, — почки, частички стебля, листьев, корня, помещают эти частички в питательную среду, и из каждой (сначала в пробирке, а потом на почве) вырастает новое растение, генетически идентичное исходному, — клон. В свою очередь, каждое из новых растений можно использовать для последующего размножения и таким образом получить за год от одной-единственной меристемы до миллиона растений. Такие темпы обычному вегетативному размножению, конечно, недоступны. К тому же установлено, что меристемы, как правило, не заражены болезнетворными вирусами, микробами и прочей инфекцией, так что клоны получаются здоровыми и не тащат инфекцию на поля. Важно и то, что клональное микроразмножение (таково точное название метода) не требует больших площадей в теплицах — тысячи растений в пробирках вполне уместятся на одном квадратном метре.

И в лаборатории Бутенко можно встретить виноградарей из крымского ВНИИ виноделия «Магарач», цветоводов из Сочи, клональное размножение мало-помалу приживается в картофелеводческих хозяйствах России, Украины и Белоруссии, цветочных оранжереях Латвии, ягодных плантациях Подмоскovie...

Еще одна область, в которой свободно живущая клетка намерена устроить революцию, — это производство органических соединений, важных для медицины, парфюмерии, некоторых отраслей техники.

Зерно, овощи, плоды, цветы мы получаем от растений — целых организмов, без них тут не обойтись. Лекарственные же, например, растения нам интересны не цветами или клубнями, а теми веществами — алкалоидами, стероидами, гормонами, ферментами, которые они синтезируют и которые извлекают из них путем весьма сложной переработки. Женьшень, например. Целебной славой своей он обязан панаксоидам — органическим соединениям, которые накапливаются в его корне. Синтезируются же панаксоиды, равно как и все другие подобные соединения, в клетках. Оказавшись вне организма, такие клетки, как уже говорилось, сохраняют способность к биосинтезу и даже могут ее увеличить. Правда, это уже благодаря искусству ученых.

— Мы умеем, — говорит об этом Раиса Георгиевна, — выращивать клетки и регулировать их метаболическую и биосинтетическую активность, то есть, проще говоря, заставлять их работать — производить интересующие нас вещества. Более того, к исходному штамму мы применяем весь арсенал современной генетики: обрабатываем мутагенами, получаем мутанты и отбираем те из них, что растут лучше и дают больше продукции. Словом, ведем с этими клетками селекционно-генетическую

работу. И, надо сказать, имеем определенные успехи: вывели серию мутантов, которые производят даже больше, чем исходные штаммы.

Например, индийское растение раувольфия, благодаря которому медики располагают такими известными лекарствами от гипертонии, как раунтин и резерпин. Клеточные линии, что были получены от исходного штамма, содержали алкалоидов несколько меньше, чем само растение. Нас это не устраивало, и мы вывели мутантные линии, в которых общее содержание алкалоидов в 2,5 раза выше, чем в исходном штамме, и, кроме того, они содержат не разные, как в растении, а один алкалоид — самый важный, самый нужный (причем даже больше, чем сама раувольфия). Это выгодно экономически и удобно с точки зрения технологии.

Как увеличивают продуктивность клетки? Например, так. Известно, что какой-то фермент лимитирует биосинтез определенной аминокислоты. Значит, от активности фермента зависит количество синтезируемой аминокислоты. Но в растении существует обратная связь: если аминокислоты выработано слишком много, она сама выключит активность фермента — остановит производство самой себя.

Если выделить клетки с ферментом, устойчивым к большим количествам данной аминокислоты (или ее аналога), то, очевидно, это будет фермент генетически измененный, на который не действует обратная связь и, следовательно, производство аминокислоты он не останавливает. Клетки с таким ферментом могут быть сверхпродуцентами аминокислоты, — остается лишь вывести генетически стабильную линию этих клеток.

Такой подход, помимо получения сверхпродуцентов, помогает изучать закономерности биосинтеза и нащупывать пути отбора клеток нужных генотипов.

Да, речь уже идет о технологии, то есть о промышленном производстве. И не только речь, есть уже и дело: лаборатория передала штаммы промышленности, ВНИИ биотехника разработал технологию и на биохимическом заводе в городе Кирове (о чем сообщала газета «Известия»), и в тульском городе Ефремове выпускают настойку женьшеня, полученного из культуры клеток. «Корень жизни» первым пошел в производство, ибо с ним раньше начали работать ученые, да и хлопот было меньше: его клетки сами по себе выдают хорошее количество продукции, их не надо было улучшать.

Конечно, дело это пока обходится дорого, но события развиваются по тому же пути, как в свое время с микроорганизмами, вырабатывающими антибиотики: сперва получали мало и дорого, а теперь это массовое, дешевое производство.

Итак, свободно живущая клетка как бы во всеуслышание заявляет: растение не нужно! Не нужен практически уже бесплодный поиск женьшеня в тайге, не нужно выращивать его на плантациях, тем более что в почве масса корня тяжелеет от силы на один грамм в год, тогда как клонусная масса даже в заводских условиях

Царь зверей лев и домашняя ласковая кошка принадлежат к одному семейству — кошачьим. В него же входят тигры, леопарды, ягуары, пумы, гепарды. В Ленинградском зоопарке велись наблюдения за этими животными: с помощью современной звукозаписывающей аппаратуры изучались акустические сигналы, которые служат хищникам для общения.

Обычно животные этого семейства довольно молчаливы, их «разговорная» активность заметно увеличивается в период гона. В это время все хищники, за которыми велись наблюдения, издают звуки, сильно напоминающие кошачье «мяу». Кроме того, они мурлычат, среди кошачьих распространено шипение, ворчание, короткие рыки, фырканье, а пума и гепард издают короткие резкие звуки, похожие на свист. Нет ничего удивительного в том, что звуки этих животных в чем-то схожи, они выработались в процессе эволюции и должны обеспечить межвидовое «понимание».

Зоологи произвели анализ записанных звуков по частотным и амплитудным характеристикам. У львов мяуканье отличается довольно простым спектральным рисунком, длительность каждого мяуканья примерно полсекунды. Рыкающие звуки обычно короче, они длятся десятки доли се-

кунды. Пожалуй, самыми длинными «словами» объясняется гепард, его головая песня длится иногда до 5 секунд.

Наблюдения за животными в зоопарке показали, что используемые ими звуки общения не случайны, большинство звуков стационарно по частоте. Для всех видов звукового общения хищников характерно отчетливое ритмическое изменение амплитуды сигнала. А межвидовые различия в акустических сигналах чаще всего отличаются по количеству спектральных максимумов и по соотношению интенсивности между этими максимумами.

Анализ звуков, которые издают хищники из семейства кошачьих, должен помочь зоологам при классификации этих животных. Например, некоторые исследователи предлагают вывести льва из рода *Panthera*, так как его мяуканье отличается от звуков других пантер. По акустическим характеристикам вокализации в особую группу, по-видимому, нужно выделить пуму и гепарда, в репертуаре которых есть примечательные «свисты».

**В. МОВЧАН, В. ОПАКОВА.** Исследование акустической сигнализации кошачьих в условиях зоопарка. «Зоологический журнал», вып. 4, 1981.

растет в сотни раз быстрее. А раз не нужно поле, то исчезает зависимость от климата, от почвы, и, скажем, тропические растения — экзотические гости из Африки, Индии — будут чувствовать себя у нас, как дома (речь, разумеется, идет о культуре клеток).

А как тут не вспомнить редкие растения, исчезающие с лица земли? Их можно возродить в культуре клеток и увеличить численно с помощью клонального микроразмножения. При этом сохранится во всем своеобразии генотип растений.

Правда, чтобы сохранить культуру клеток на долгое время, ее надо раз в три-четыре недели пересаживать на свежую среду. А это накладно. Поэтому в лаборатории разрабатывают способы хранения клеток при низких температурах, иначе говоря, создают криобанк. В нем будут хранить клетки, ткани, возникает даже мысль хранить там не просто отдельные виды, а биоценозы — совокупность видов какого-либо конкретного ландшафта.

— Растительный мир создает для человека все: пищу, энергию, среду обитания, и его, конечно, нужно оберегать всеми средствами, — говорит Раиса Георгиевна. — Но когда речь идет о биосинтетическом производстве, то растение действительно не нужно — клетка проще и потому эффективнее. Однако и она, как видим, еще достаточно автономна: размножается, растет,

и отбирается не совсем так, как нам хотелось бы, — словом, требует создания определенных условий, как все живое. Поэтому я думаю, что в будущем биотехнология пойдет по пути дальнейшего упрощения, то есть станет использовать отдельные части клетки — гены, ферментный аппарат и другие. Осуществят это наши потомки, хотя в принципе все очевидно уже сегодня.

Метод культуры ткани позволяет разводить герберу строго определенного цвета. На фотографиях — основные этапы такого процесса. 1 — отрезанный кончик проростка герберы высажен на питательную среду (увеличено в 25 раз). 2 — из каллусной массы выросли эти миниатюрные растения, но они еще не полноценны — у них нет корней. Чтобы корни образовались, их переносят в сосуд с иной питательной средой (см. фото 4). 3 — ростки герберы, развивающиеся на питательной среде, так же чувствительны к освещению, как и растения, растущие в саду. Ростки, кроме первого слева, который содержался в темноте, освещались ежедневно по 16 часов лампами яркостью (слева направо) в 300, 1000, 3000 и 10 000 люкс. Гербера, росшая в темноте, полностью лишена хлорофилла, а крайнее справа, получавшее слишком яркое освещение, имеет выцветшую листву. 5 — продольный срез ростка герберы незадолго до пересадки на вторую питательную среду (увеличено в 50 раз). 6 — продольный срез семидневного ростка герберы. Видны вытянутый стебель и вспомогательные почки, рост которых уже начался (увеличено в 20 раз).



● В Михалтелеке, близ Сегеда (Венгрия), находится единственный в мире музей, посвященный паприке. Это растение, называемое еще садовым, сладким или чилийским перцем, имеет зеленые, желтые или красные плоды со специфическим острым вкусом, который им придает алкалоид капсаицин.

Паприка происходит из Америки, выращивать ее начали инки. Уже в те далекие времена им было известно сорок сортов паприки. После открытия Америки паприка попала в Европу — сначала в Испанию, а оттуда в другие страны. Однако в Венгрии паприка, ставшая сейчас прямо-таки «национальной пряностью», попала не из Испании, а из Турции, почему в некоторых районах страны ее и сейчас называют турецким перцем.

Массовое распространение паприки, как показывают материалы музея, началось в Венгрии в XVIII веке, а в XIX веке ее уже стали вывозить в другие страны. Сейчас паприку получают из Венгрии более ста стран.

● В музее медицинского шарлатанства, открытом недавно в американском городе Сент-Луис, можно увидеть тысячи препаратов и устройств для лечения самых разных, а иногда и всех сразу болезней и недомоганий.

Чего только не увидишь на полках уникального музея! Вот приборчик, напоминающий электромассажер. Он, возможно, мог бы быть полезным при лечении небольших ушибов, но изобретатель Адольф Хензе утверждал, что

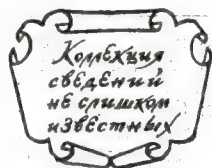
его приборчик прекрасно исцеляет душевные расстройства и болезни желез, которые управляют развитием личности (таких желез не существует). Так как Хензе «открыл» и многие другие чудесные средства и приборы, принесшие больным немало вреда, он закончил свою карьеру в тюрьме.

Такой путь характерен для многих авторов экспонатов, собранных в музее. Вот «аккумулятор биоэнергии» некоего Вильгельма Райха. Это большая ванна, наполняемая, однако, не обычной водой, а водой, заряженной «биоэнергией». Больной садится в ванну, и защитные силы его организма против всех болезней немедленно увеличиваются. Райх был арестован после того, как начал использовать свою «биоэнергию» для лечения злокачественных опухолей, отвлекая больных от действенных средств настоящей медицины.

Вот аппарат «Спектрохром», состоящий из стоваттной лампы с набором цветных фильтров. Излечивает все болезни, стоит только поставить нужный фильтр: зеленый от диабета, красный от болезней сердца и сосудов и так далее. Цена — 475 долларов.

Собственно, музей шарлатанства составляет часть музея истории медицины, и дирекция довольна, потому что посетители, зашедшие посмотреть на эти курьезы, после этого осматривают и серьезные разделы.

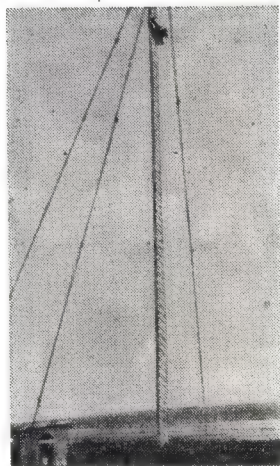
● Известна единица измерения мощности «лошадиная сила» (кстати, ее заменяют сейчас киловаттом). Менее из-



вестно, что в 1884 году в английском журнале «Электрикал ревью» инженер У. Прис предлагал ввести еще и «ослиную силу». Прис считал, что осел втрое слабее лошади.

● В начале нашего века в небе было, конечно, не столько самолетов, сколько теперь, но и мастерство пилотов и навигационное оборудование, обеспечивающее безопасность полетов, сильно отставало от современного.

Только этим можно объяснить случай, оставшийся в анналах авиации: в 1917 году близ Портсмута (Англия) гидросамолет налетел на радиомачту и застрял в ней (см. фото). Известно, что пилот вылез из аппарата и благополучно спустился на землю, но удалось ли без повреждений снять и самолет — об этой истории умалчивает.



Статьи о знаменитых силачах (см. «Наука и жизнь», № 4, 1977 г., и № 10, 1978 г.) вызвали большой интерес у читателей. Очень многие просят рассказать о русском богатыре Александре Зассе, выступавшем под псевдонимом Самсон.

Несколько десятилетий с цирковых афиш разных стран не сходило имя русского атлета Самсона. Каких только силовых номеров не было в его репертуаре! Он носил за спиной пианино с пианисткой и танцовщицей на крышке, ловил девятикилограммовое ядро, вылетавшее из цирковой пушки с расстояния в восемь метров, отрывал от пола и удерживал в зубах стальную балку с сидящими на ее концах ассистентами (260 килограммов); лежа головой спиной на доске, утыканной гвоздями, держал на груди камень (500 килограммов). Его переезжал грузовой автомобиль с людьми, он разрывал цепи, ломал подковы, сворачивал в узлы толстые металлические прутья...

## ЖЕЛЕЗНЫЙ САМСОН

Засс совсем не походил было на многих силачей того времени — с массивными фигурами и огромными бицепсами. Был он роста 167 сантиметров, вес его никогда не превышал 80 килограммов, и бицепсы были невелики — 41 сантиметр. А силой обладал геркулесовой. Непрерывный целенаправленный труд, строгий режим позволяли ему сохранять высокую работоспособность в условиях колоссальных физических нагрузок.

Мечта стать цирковым артистом жила в нем с детства. Когда-то отец повез двенадцатилетнего мальчика на ярмарку. Там он увидел цирк, волшебный, ослепительный цирк, а в цирке выступал богатырь, с которым никто из зрителей не смог тягаться.

Александр «заболел» цирком. Он сумел раздобыть книгу знаменитого в то время атлета Евгения Сандова «Сила и как сделаться сильным». В книге

Засс совсем не походил было на многих силачей того времени. Царский подарок! Александр сам сделал гантели и подобие штанги, поставил во дворе турник и стал тренироваться. Сила воли, целеустремленность были в нем развиты чрезвычайно. Он испробовал и усовершенствовал для себя разные системы: волевою гимнастику Анюкина, упражнения с тяжестями Гаррисона, упражнения на самосопротивление Иттмана и многие другие.

Отец не одобрял «несерьезного» увлечения сына и послал его в Оренбург учиться на паровозного машиниста. Но Александр не выполнил его волю, тайком он поступил в цирк.

Так началась долгая цирковая жизнь Александра Засса. Далеко не сразу получил он самостоятельный номер, был и чернорабочим, и участником труппы джигитов и борцов, ассистентом у А. Л. Дурова. Успех Засса у зрителей был огромный.





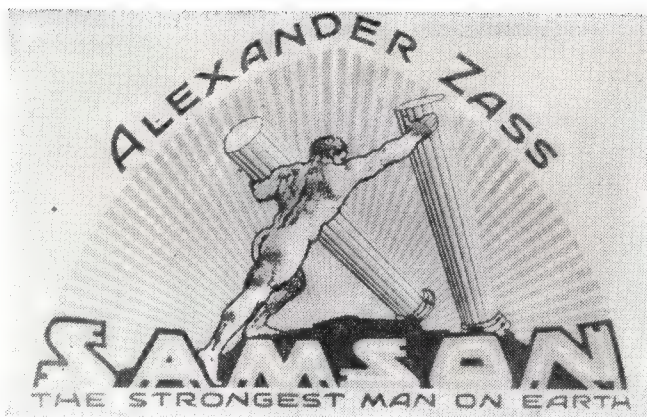
Карьеру «удивительного Самсона» прервала мировая война, он был призван в армию. Был такой случай. Засс возвращался из разведки. Противник заметил его и открыл огонь. Пуля прострелила ногу лошади. Австрийские солдаты, увидев, что лошадь вместе с всадником упала, не стали преследовать разведчика. А Александр, убедившись, что опасность миновала, не пожелал оставлять раненого друга на «ничейной» территории. Он взвалил лошадь на плечи и понес ее в свой лагерь, до которого оставалось еще полкилометра.

Через некоторое время Александра тяжело ранило шрапнелью в обе ноги. Истекающего кровью, его подобрали австрийские солдаты и отправили в госпиталь для военнопленных. Врачи собирались ампутировать ноги.

Александр надеялся, что ему удастся вылечиться: он верил в чудодейственную силу лечебной гимнастики, которую сам разработал, и в свою неукротимую волю. И чудо свершилось. Засс встал на ноги.

Из плена Засс бежал. Его поймали, жестоко, наказали, а затем заковали в цепи и бросили в подвал крепости. Богатырская сила выручила его и на этот раз. Засс разорвал цепи, выломал решетку и вырвался на волю.

И снова цирк, цирк, цирк!.. Антрепренеры старались перехватить друг у друга этого замечательного атлета. Александр постоянно обновлял свой репертуар, внимательно изучал манеру работы других, стараясь всегда усложнить какой-либо из увиденных трюков. Большим успехом пользовался аттракцион «Человек-снаряд». Засс сам сконструировал цирковую пушку, в жерле которой помещалась ассистентка. После выстрела она пролетала че-



Цирковая афиша.

рез всю арену (12—14 метров), и Самсон ловил ее. Номер выполнялся без лонжи (пояс с тросом, обеспечивающий безопасность артиста).

Около шестидесяти лет проработал Самсон в цирке. Он вел большую работу по пропаганде физической культуры, часто выступал в спортивных клубах, демонстрируя спортсменам-любителям свое мастерство. Лучшим способом развития крепости сухожилий Самсон считал изометрические упражнения. Для развития настоящей атлетической силы вовсе недостаточно вращать с места на место пуды железа. Если спортсмен, напрягая мышцы и сухожилия, будет стараться согнуть металлический прут, то его внешне безуспешные многократные попытки окажутся очень полезными. Изометрические упражнения Самсон сочетал с обычными упражнениями с гантелями, штангой, гириями (см. «Наука и жизнь» № 6, 1978 г.).

Вот некоторые общие рекомендации Самсона начинающим.

Нагрузку надо увеличивать постепенно. Иначе могут быть травмы — растяжения и обрывы мышц.

В режиме тренировок должны быть перерывы — полный отдых.

Питание должно быть разнообразным, сбалансированным, богатым белками, жирами, углеводами и витаминами. Последняя еда должна быть легкой, по

крайней мере за три часа до сна.

Обязательны свежий воздух, быстрые прогулки.

После занятий непременно принимать душ или обтираться влажной губкой и энергично растираться полотенцем.

Сон не меньше восьми часов. Чтобы крепко уснуть, важно расслабить каждый мускул.

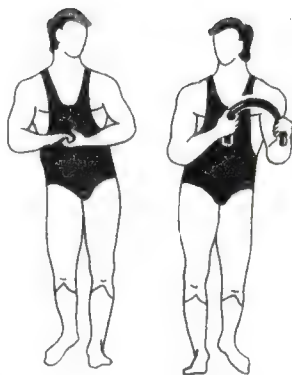
По просьбе некоторых читателей публикуем упражнения для развития силы пальцев.

1. Перехватывая поочередно палку кистями рук, накручивайте на нее шнур с грузом. Затем, вращая палку в противоположном направлении, размотайте шнур. Упражнение можно выполнять, держа палку перед собой и за спиной, хватом сверху и хватом снизу, накручивая шнур к себе и от себя. Первоначальный вес груза 5—10 килограммов. Выполнять упражнения до утомления мышц.



► Гастроли Самсона в каждом городе обычно открывал такой номер. Самсон «запрягал» лошадей с помощью специального приспособления — зубника и тем самым принимал на себя груз — телегу с людьми. Самсон держал зубник, лошади везли воз.

2. Отжимания в упоре, лежа на пальцах. По мере тренированности отжиматься, опираясь на четыре, три и два пальца. Сгибая руки, делать вдох, разгибая — выдох.

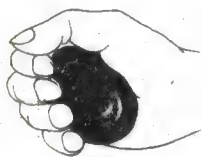


5. Сгибать и разгибать кисти рук, держа в руках гантели.

6. Хватом сверху и хватом снизу сгибать металлические прутья, сильно сжимая их пальцами. По мере тренированности увеличивать толщину прута.



3. Ежедневно упражняться, сжимая пальцами теннисный мяч или специальное резиновое кольцо.



проделайте упражнение, сгибая в кулак пальцы левой руки.



4. Упражнение на самосопротивление. Зацепившись фалангами пальцев друг за друга, начинайте сгибать в кулак пальцы правой руки, преодолевая сопротивление левой. Затем

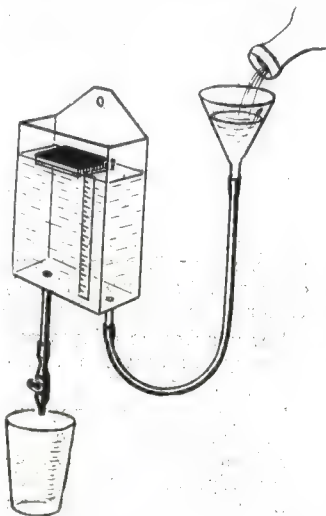
7. Сжатие кистевого динамометра. Самсон рекомендовал использовать изобретенный им динамометр не только для определения силы кисти, но и для тренировки пальцев. Причем он рекомендовал сжимать динамометр не только глубоким хватом, но главным образом крайними фалангами пальцев и каждым пальцем в отдельности.

Старший тренер бассейна «Чайка» Ю. ШАПОШНИКОВ.

Применяя концентрированные растворы проявителей, я столкнулся с тем, что даже в герметически закрытом сосуде проявитель окисляется. Посоветуйте, как удлинить срок хранения раствора проявителя.

Г. КУЗНЕЦОВ,  
г. Макеевка

Надежную изоляцию раствора проявителя от воздействия воздуха можно обеспечить даже в открытых сосудах, если на поверхности раствора создать изолирующую пленку. Для этого надо пустить в раствор несколько капель вазелинового или другого нейтрального легкого масла.



Один из вариантов такого сосуда, склеенного из оргстекла, показан на рисунке. Можно использовать

## ● ФОТОЛЮБИТЕЛЮ НА ЗАМЕТКУ

также готовую банку, бутылку из полимерного материала. Если стенки сосуда прозрачны, то раствор надо держать в темном месте. Мерная шкала поможет дозировать расход раствора. Для более точного определения уровня раствора можно применить плоский поплавочек.

Перед тем как налить очередной раствор, сосуд тщательно промывают. Такой способ хранения проявителя особенно удобен для концентрированных растворов, которые используют постепенно. Если часть раствора нужно сохранить, его заливают обратно в сосуд через воронку.

Однако теперь растворы не хранят — нецелесообразно.

Инженер Г. ЩЕПАНСКИЙ.

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ



Граждане СССР имеют право на жилище. Это право обеспечивается развитием и охраной государственного и общественного жилищного фонда, содействием кооперативному и индивидуальному жилищному строительству, справедливым распределением под общественным контролем жилой площади, предоставляемой по мере осуществления программы строительства благоустроенных жилищ, а также невысокой платой за квартиру и коммунальные услуги. Граждане СССР должны бережно относиться к предоставленному им жилищу.

Конституция Союза Советских Социалистических Республик.

Остающиеся материалы по своему усмотрению. При желании сносимые жилые дома и строения могут быть перенесены на новое место, а в особых случаях возведены новые дома с передачей их гражданам в личную собственность.

Основы жилищного законодательства предусматривают и ряд других важных новшеств в области нашего жилищного права. Мы пользуемся жильем бессрочно, следовательно, последующее переоформление договоров жилищного найма не требуется. Более полно определены права нанимателей при проведении капитального ремонта жилых помещений, ограничен круг оснований для выселения, которое по общему правилу допускается только в судебном порядке, более четко фиксирован порядок пользования служебными помещениями и общежитиями.

В новом законодательстве не удалось учесть все пожелания, высказанные трудящимися при обсуждении этого документа. Некоторые предложения, сами по себе разумные, не учитывали реальную обеспеченность населения жильем и несколько опережали события (например, предложения о предоставлении каждому гражданину отдельной жилой комнаты).

Другие предложения были признаны нецелесообразными. Например, предлагалось, чтобы при раннем расторжении брака виновный в разводе супруг терял право на жилье и подтежал выселению. Но как быть, если брак расторгается по взаимной вине супругов? Вопросы жилья нельзя ставить в прямую зависимость от «количества любви», проявленного одним из супругов.

Однако главные пожелания нашей общественности, направленные на обеспечение справедливого распределения жилья и создание наилучших условий его использования, нашли в Основах жилищного законодательства свое отражение.

Основы жилищного законодательства не только закрепляют и расширяют жилищные

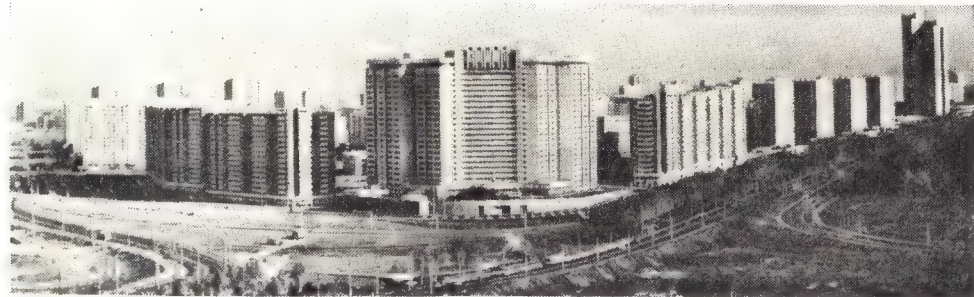
права советских граждан, но и возлагают на них определенные обязанности.

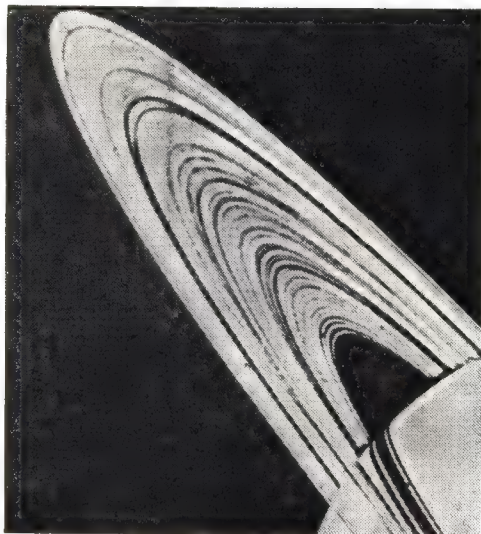
Граждане обязаны обеспечивать сохранность жилых помещений, бережно относиться к их оборудованию, соблюдать правила содержания жилого дома и прилегающей территории, правила пожарной безопасности, соблюдать чистоту в подъездах, кабинках лифтов, на лестничных клетках (статья 47). Эти правила относятся, в частности, и к гражданам, содержащим домашних животных. На нанимателях лежит обязанность производить за свой счет текущий ремонт жилых помещений. Разумеется, должна своевременно вноситься квартирная плата и плата за коммунальные услуги.

Как видим, обязанности, в общем, немногочисленны и не слишком обременительны, если относиться к их выполнению серьезно. Статьи Закона напоминают эти очевидные истины тем квартиросъемщикам, которые склонны их забывать, и одновременно они являются правовым основанием для соблюдения в нашем жилищном хозяйстве порядка.

Основы жилищного законодательства Союза ССР и союзных республик — это тот фундамент, на базе которого будут выработана внутренне согласованная система союзных и республиканских законодательных актов, образующих в своей совокупности советское жилищное право. Предстоит разработка ряда общесоюзных актов, принятие которых предусмотрено самими Основами: постановлений о дополнительной жилой площади, о квартирной плате, о порядке компенсации собственникам сносимых домов.

В соответствии с Основами жилищного законодательства в союзных республиках должны быть приняты Жилищные кодексы, которые, опираясь на принципиальные положения Основ, должны давать более полную правовую регламентацию порядка пользования жилыми помещениями.





Планета-гигант Сатурн на небе видна как желтоватая звезда, во время противостояния — это яркая звезда первой величины, иногда же блеск ее уменьшается до нуля. Такую изменчивость блеска для земного наблюдателя создают кольца Сатурна, которые в разное время видны под разными углами. Впервые кольца этой планеты наблюдал Галилео Галилей; за прошедшие с того времени почти 400 лет было высказано множество предположений о происхождении и свойствах этих образований.

Существующая ныне теория, которую принято считать классической, утверждает, что кольца Сатурна состоят из отдельных твердых массивных блоков — это могут быть монолитные камни или же льдины. Снимки, полученные учеными при полете космических аппаратов к Сатурну в сентябре 1979 и ноябре 1980 года, выявили новые особенности строения колец. Кроме известных прежде колец А, В и С, было обнаружено еще одно очень тонкое кольцо F. Каждое кольцо имеет сложную структуру, на снимках четко видны светлые и темные концентрические окружности, как бы вложенные друг в друга.

Обнаруженные с помощью этих фотографий факты не укладываются в рамки классической теории. Новая гипотеза предполагает, что в каждой светлой линии

кольца располагается только одно твердое тело, например, один из мелких спутников Сатурна. С поверхности такого тела непрерывно испаряются молекулы или же более крупные образования — микрочастицы, похожие на дым. Шлейф, который тянется за «дымящим» телом, и образует темную часть кольца. Происходит нечто похожее на процесс образования хвоста кометы.

Количественный расчет показал: для образования кольца из микрочастиц «дымящего» тела, когда поток «дыма» растекается только по орбите этого тела, скорость вылета частицы с поверхности должна быть намного меньше скорости движения по орбите самого «дымящего» ядра. По имеющимся сведениям, это условие соблюдается.

Количество основных «дымящих» тел в кольцах Сатурна, по-видимому, приближается к 1000 — столько концентрических колец ученым удалось различить на четких фотоснимках. Различную плотность колец (среди них есть более светлые и менее светлые) можно объяснить тем, что со временем нить «дыма» может размываться, линия кольца при этом остается непрерывной даже в месте ее искривления. Время жизни частиц на орбите ограничено, как мелкие так и крупные частицы в конце концов должны снижаться и входить в атмосферу Сатурна, где они будут сгорать. В таком случае на ночном полушарии планеты, над экватором в полосе шириной в несколько километров должна наблюдаться слабо светящаяся линия (ее еще предстоит обнаружить).

Предложенная гипотеза объясняет, почему кольца Сатурна хорошо отражают радиосигналы, посланные с Земли (классическая теория этого объяснить не могла). Если предположить, что «дым» из микрочастиц близок по химическому составу веществу комет, то в нем должны содержаться такие элементы, как железо, кобальт, никель. Иными словами, некоторые микрочастицы могут быть ферромагнитными, они-то и отражают сигналы локатора.

«Кометная» гипотеза, очевидно, поможет объяснить свойства открытого в марте 1979 года диффузного кольца Юпитера.

**В. ДАВИДОВ.** Интерпретация особенностей кольца F Сатурна и ее приложения. «Космические исследования», том XX, вып. 3, 1981.

## СЛИШКОМ ХОРОШО ТОЖЕ НЕХОРОШО

В мозгу человека и млекопитающих есть своеобразные «рай» и «ад» — зоны, при раздражении которых наступает чувство

радости, удовлетворения, блаженства либо, наоборот, развивается страх, боль, ужас. Опыты, проведенные на животных, пока-



зали, что возбуждение различных зон гипоталамуса у животных, собак и кроликов вызывает положительные или отрицательные эмоции, но и перестройку в работе многих органов, в том числе органов кровообращения.

Отрицательные эмоции повышают кровяное давление, в крови животных увеличивается содержание жиров-липидов. Если раздражение непродолжительно, то эти явления довольно быстро, в течение часа, исчезают, организм приходит в норму. Наоборот, положительные эмоции снижают концентрацию липидов в крови, понижают артериальное давление.

Длительное, в течение нескольких месяцев, хроническое раздражение зон «ада» приводит к стойкому повышению артериального давления. А что произойдет, если долго раздражать «райские» участки мозга? Можно было предположить, что хронический «рай», то есть непрерывное раздражение, вызывающее у животного положительные эмоции, должно стабильно снизить давление, уменьшить содержание липидов в крови животного, может быть, даже в том случае, если пища будет содержать холестерина много больше нормы.

Недавно были проведены опыты на кроликах. Животные в лаборатории с удовольствием самораздражались, то есть нажимали лапой на контакт, который посылал в «райскую» зону гипоталамуса электрические сигналы. Ежедневно в течение трех месяцев кролики обеспечивали себе два часа искусственного «счастья». При этом

первые два месяца животных держали на обычном рационе, а на третий месяц их перевели на диету с повышенным содержанием холестерина.

Непрерывное раздражение «райских» зон в течение первых двух месяцев совсем не дало ожидаемых результатов: уровень липидов в крови животных практически не изменился, однако у большинства из них несколько (на 10%) снизилось артериальное давление. А вот после перехода на диету, содержащую много холестерина, несмотря на постоянное ощущение «счастья», состояние здоровья животных заметно ухудшилось. Уже через десять дней содержание липидов в крови возросло, артериальное давление поднялось.

Исследователи обнаружили, что такое возбуждение гипоталамуса в условиях «холестериновой диеты» привело к изменениям в надпочечниках, эти железы заметно увеличились в размере, а масса их стала почти в два раза больше нормы. По-видимому, эндокринная система организма работает в условиях такого «рая» в слишком напряженном режиме.

**Л. СИМУТЕНКО, Н. ЯСТРЕБЦОВА, Н. БОГДАНОВИЧ, Т. ЛЕОНТОВИЧ.** Влияние длительного хронического раздражения положительных эмоциогенных зон гипоталамуса на содержание липидов в крови и уровень артериального давления. «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины» № 6, 1981.

## «ЧАЮЩИЙ» ЧАЦКИЙ

Герои грибоедовской комедии «Горе от ума» носят осмысленные фамилии, уже сами по себе характеризующие персонажи. Такова традиция русской комедии 18-го века. Например, Скалозуб, Фамусов, Молчалин, о котором Чацкий говорит: «...ведь нынче любят бессловесных». А как же фамилия самого главного героя, Александра Андреевича Чацкого? Казалось бы, ближе всего по смыслу была бы фамилия Чадский, от слова «чад», то есть угар идей, увлечений. С другой стороны, в таком написании эта фамилия больше напоминает о Чаадаеве — известном философе того времени, близком к тайному обществу декабристов. Сокращенная форма этой фамилии — Чадаев.

Действительно, Чацкий обнаруживает черты, роднящие его с Чаадаевым, и литературоведы считают Чаадаева одним из прототипов грибоедовского героя. Чацкий — это тип передового человека своей эпохи, во многом он схож с самим автором бессмертной комедии. А вот Ю. Н. Тынянов, исследовавший творчество Грибоедова, считал, что Чацкий унаследовал многие черты характера друга Пушкина — поэта Вильгельма Кюхельбекера. Что же касается фамилии героя, то некоторые ис-

следователи предполагают, что она вообще не несет никакой смысловой нагрузки, а совпадает с реальной фамилией человека из окружения Грибоедова. В то время был известен Тадеуш Чацкий, деятель русского просвещения, поляк по национальности. В летописях московского Английского клуба (напомним, что членом этого клуба был в «Горе от ума» и Чацкий) фигурирует некий Чатский, которому в 1815 году отказали в приеме в члены клуба, по-видимому, из-за его вольнодумства. Предполагают, что фамилия Чацкий была достаточно распространена. В черновиках пушкинского «Онегина» можно прочесть: ««Женись» — На ком? — «На Вере Чацкой»».

Сейчас сложно точно установить, каким образом фамилия «Чацкий» появилась в комедии Грибоедова. С образом Чацкого в пьесе связана тема утраченных надежд. Возможно, эта фамилия как-то связана с русским глаголом «чаять». В этом случае фамилию Чацкий можно трактовать как «чающий», то есть «думающий», «надеющийся».

**М. ЭЛЬЗОН.** «Чад» или «чаять»? (О смысле фамилии «Чацкий»). «Русская литература» № 2, 1981.



# КОНАКОВСКОЕ ЧУДО

ВПЕРВЫЕ В МИРЕ ОСЕТРОВАЯ РЫБА ДАЛА ПОТОМСТВО В ПРУДУ

К. НИКИТЕНКО, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».

Велико рыбье царство, множество в нем самых разных семейств, но осетровые во все времена стояли на верхней ступеньке лестницы рыбьей иерархии (по свидетельству Геродота, скифские племена добывали осетров еще 25 веков назад).

Цитадель осетровых на планете — Каспий. Максимальные уловы в нем — до 500 тысяч центнеров в год — приходятся на конец XVII столетия, те далекие петровские времена, когда промысел в этом море лишь приобретал промышленные масштабы.

Водились осетры и в других местах, правда, в меньших количествах. Но со временем запасы благороднейшей из рыб стали катастрофически падать. Полностью пропали адриатический осетр, китайский, японский, почти исчез атлантический, в к 40-м годам нынешнего века критического минимума — 50 тысяч центнеров — достигли и уловы на Каспии.

И кто знает, чем бы закончилось это снижение численности осетровых, если бы наша страна не ввела запрет на улов морского красноголовья. Результаты этого решения не заставили себя долго ждать: сейчас уловы на Каспии, во многом благодаря усилиям отечественной науки, создавшей осетровое хозяйство мирового значения, возросли практически до 300 тысяч центнеров в год.

Но в конце сороковых годов, когда трагедия казалась неминуемой, советские ихтиологи начали разрабатывать методы спасения красной рыбы. В их числе был и профессор Московского университета Н. С. Строганов. Николай Сергеевич решил не просто акклиматизировать каспийского осетра в другом водоеме, а полностью изменить его жизнь, сложившуюся в течение тысячелетий. Ведь осетровые, исключая стерлядь, — рыбы проходные, то есть живут и нагуливаются они в море, а на нерест поднимаются в реки. Строганов же решил навечно «привязать» осетра к пруду.

В 1948 году начался этот невиданный эксперимент. В пруды подмосковной деревни Рязаново вселили мальков, привезенных с Волги. И, казалось бы, несбыточное стало явью: рыбы жили! На тринадцатом году жизни (обычно к этому времени осетры становятся половозрелыми) они должны были вот-вот дать потомство. Но случилось непредвиденное, незапланированное никаким экспериментом — со свиноводческой фермы в эти самые пруды сбросили сточные воды. Рыбы, прошедшие через горнило непривычных для них условий и приспособившиеся к ним, такого не вынесли. Экспериментальная рыба погибла.

Но любой эксперимент в науке обязательно чему-то учит, даже если он и оказывается отрицательным. Здесь же, хотя эксперимент и не удалось довести до конца,

● ВЕСТИ ИЗ ЛАБОРАТОРИИ



# СВЕДЕНИЯ О ЕЖЕДНЕВНОЙ ВЫРУЧКЕ АВТОБУСА

с 18/IV по 26/IV-1922 г.

18/IV	продано билетов на одну станцию	200	на две станц.	88	94 200.000
19/IV	" " " " " " " "	108	" " " "	18	36 200.000
20/IV	" " " " " " " "	93	" " " "	24	35 250.000
21/IV	" " " " " " " "	99	" " " "	28	32 400.000
22/IV	" " " " " " " "	72	" " " "	51	51 500.000

Фотокопия документа, в котором суммированы сведения о выручке, получаемой от автобуса. Из архива семьи Подвойских.

Помню, один из участников таких совещаний — ботаник Львов настойчиво предлагал научить допризывников разводить в парниках белые грибы.

Я разработал структуру ВТОПАСа и нарисовал даже эскиз членского билета для допризывника, входящего в данное Товарищество.

Но, спрашивается, при чем тут первый автобус? А вот при чем. ВТОПАС было хозяйственной организацией, располагавшей определенной сметой. Вот Подвойскому и пришлось в голову достать где-то автобус для ВТОПАСа, нанять платного водителя и пустить автобус и эксплуатацию как новый вид городского транспорта. Вырученные от продажи проездных билетов деньги вносились в кассу ВТОПАСа.

Деньги... Что это были за деньги или, как говорили тогда, дензнаки! Инфляция шла безумным темпом, и вся страна была завалена обесцененными и продолжающими неудержимо падать в цене бумажками. Сначала это были «керенки», выглядевшие как наклейки на спичечных коробках коричневого и синего цветов стоимостью в 20 рублей и 40 рублей. На их обороте печаталось: «Имеет хождение наравне» и т. д. Потом на их обороте перестали что-либо печатать, «керенки» давали целыми неразрезанными листами по несколько сот рублей в каждом листе. Потом появились купюры еще более крупные, вплоть до красненьких бумажек в один миллион рублей и выше. Миллион называли тогда «лимоном». Вещь, реально стоявшая копейки, продавалась и покупалась за десятки тысяч бумажных рублей. Хозяйство страны истосковалось по твердому рублю. Вскоре появились червонцы, не подвергавшиеся действию инфляции, а за ними последовала денежная реформа. Народ и в особенности мы, студенческая молодежь, горланили:

«Антанта ахнула слегка  
При виде твердого рубля».

Но это было несколько позднее. Пока же весной 1922 года инфляция бушевала неудержимо: деньги летели вниз, а цены вверх. В такой лихорадочно неустойчивой финансовой атмосфере Подвойский и принял свой хозяйственный опыт с пуском

по московским улицам первого и пока что единственного автобуса.

Как-то раз жена Подвойского Нина Августовна, младшая сестра моей матери, старая коммунистка, близко принимавшая к сердцу замыслы и дела своего мужа, сказала мне:

— Ты бы занялся составлением расписания автобуса — ведь тогда бы на нем могло бы ездить куда больше людей!

Я и сам уже об этом подумывал, но не успел сделать, так как Подвойский со свойственным ему увлечением новыми идеями переключил меня на работу по созданию пионерской организации.

Прошли годы. И вот спустя почти шестьдесят лет я опять вспомнил о первом автобусе.

Дочери Подвойского, мои двоюродные сестры Ольга и Нина Николаевны, зная, что я готовлю к 100-летию их отца публикацию, предоставили в мое распоряжение ряд его рукописей и записных книжек.

В одной из записных книжек Н. И. Подвойского, где он записывал свои беседы о диалектике с философом В. Ф. Горным-Галкиным, которому В. И. Ленин осенью 1908 года в Женеве дал прочесть рукопись своего «Материализма и эмпириокритицизма», в самом конце был вложен листок, содержащий какие-то финансовые выкладки. Оказалось, что это Николай Ильич подсчитывал доходы от автобуса, который курсировал по Москве под флагом ВТОПАСа. Из них мы узнаем, что автобус начал курсировать 18 апреля 1922 года и стоимость билета на одну станцию была четверть миллиона бумажных рублей, а на две станции (то есть за весь его рейс) — полмиллиона. В день 1 Мая автобус не работал, а 3 мая стоял на ремонте. В воскресные дни (23 и 30 апреля) из центра за город ездило (очевидно, отдохнуть) больше народу, чем в будни. Расчет, произведенный Подвойским, таков, что в среднем за первые 15 «торговых» дней ежедневная выручка составила 64 млн. бумажных рублей, а всего за этот срок получено более 960 млн. рублей. Вероятно, Подвойский произвел эти подсчеты, чтобы обосновать экономическую оправданность нового городского транспорта.

Дальнейшая судьба первого московского автобуса мне неизвестна.

# ВЛАСТЬ НАД ГЕНОМ

Очерк четвертый. Надежды и тревоги.

Доктор биологических наук Б. МЕДНИКОВ.

**М**етоды генной инженерии привели к чрезвычайно важным открытиям в молекулярной генетике. Упомяну лишь о самых важных. Первое из них — открытие мозаичной структуры генов эукариот, деление их на интроны и экзоны — кодирующие и не кодирующие белковую последовательность участки. О нем мы уже говорили. Второе — открытие так называемых «прыгающих генов» — участков ДНК, переходящих из хромосомы в хромосому. Третье, не менее удивительное, — способность некоторых вирусных ДНК (и, по-видимому, не только вирусных) хранить в одной и той же нуклеотидной последовательности информацию о синтезе сразу нескольких белков — в зависимости от точки отсчета. Это можно понять из такой аналогии: в буквосочетании врач-окулист (если опустить дефис) можно прочитать и слова: рачок, кули, лист (в зависимости оттого, с какой буквы начать и на какой кончить чтение). Другие открытия, быть может, менее эффективны, но, поверьте, тоже важны.

Все же внимание всего мира к генной инженерии привлекли отнюдь не эти успехи, а возможность широко использовать ее в практической деятельности. Наконец-то молекулярная биология стала приносить плоды — это убедило в важности ее самых твердолобых прагматиков. «Генный инженер» звучит сейчас так же, как «физик-ядерщик» звучало в 1946 году.

Что же сулит нам в будущем генная инженерия? По-видимому, наиболее капитальные, революционные перемены произойдут раньше всего в медицине. Рассмотрим хотя бы пример с получением вакцин и сывороток против микробов и вирусов.

Сейчас вакцины делают из убитых или ослабленных микробов или вирусов. Слагающие вакцину микроорганизмы в принципе не могут размножаться, но способны вызвать у вакцинированного человека образование специфических белков-антител. Вакцины предназначаются для профилактики болезней, а сыворотки крови, содержащие антитела, — для излечения. Однако этот традиционный метод имеет свои недостатки, особенно когда речь идет о проти-

вовирусных вакцинах. Любители собак могут припомнить случаи, когда собаки после прививки вакцины собачьей чумки заболевали этой болезнью (вирус недостаточно ослаблен!). В одной из партий полиомиелитной вакцины в США обнаружили жизнеспособный вирус SV40 потенциально канцерогенный, а ведь ею вакцинировали десятки тысяч детей. Куда надежнее и безопаснее вакцинировать чистыми оболочечными белками вирусов. Они не смогут размножаться в организме, как целые вирусы, — ведь у них нет нуклеиновых кислот. Но антитела на них все равно выработаются, и привитый организм будет устойчив к настоящему вирусу. Но как получить в достаточных количествах такие белки — антигены?

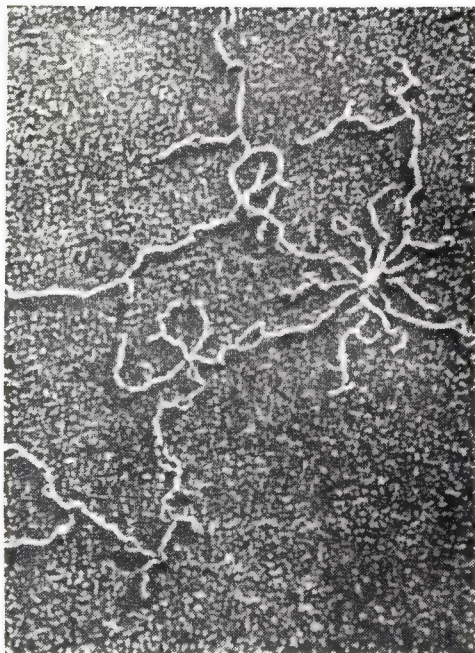
Это реально только с помощью генной инженерии. Встроив гены оболочечных белков вирусов в плазмиды, мы можем получить в больших количествах чистые вирусные антигены — идеальный материал для вакцинирования. Уже имеется опыт: так создана вакцина против инфекционного гепатита — болезни Боткина, болезни опасной и трудноизлечимой. Усиленно ведутся работы по созданию чистых вакцин подобного рода против разных штаммов гриппа и других вирусных болезней. Особое внимание уделяется гриппу, ведь каждый из нас переболевает по нескольку раз в жизни этой болезнью, на нее не вырабатывается иммунитет, и экономический ущерб от нее огромен.

До недавнего времени единственным средством борьбы с вирусными заболеваниями были вакцины. Лишь в конце пятидесятых годов ученые открыли интерферон (точнее, интерфероны). Это гликопротеиды, синтезирующиеся в клетке в ответ на заражение вирусом. Присоединяясь к клеточной мембране, молекула интерферона «запускает» защитные механизмы клетки. На этом основаны профилактика и лечение гриппа на ранней стадии (интерферон вводят в нос). Инъекции интерферона позволяют лечить разнообразные вирусные болезни, такие, как герпетический кератит, вирусный гепатит и многие другие. Но этого мало: оказалось, что интерфероны с успехом можно использовать в онкологической практике.

К сожалению, это чудодейственное средство видоспецифично: человека может вылечить только человеческий интерферон, добываемый из лейкоцитов донорской

Окончание. Начало см. «Наука и жизнь», №№ 7—9, 1981.





крови. Для массового использования этого белка донорской крови недостаточно. Сейчас положение таково, каким оно было у врачей после открытия пенициллина, но еще до массового его производства.

Нужду в интерфероне медики пытаются удовлетворить разными способами. Можно, например, стимулировать его синтез в организме больного определенными веществами. К сожалению, у больных, особенно детей и пожилых, способность к синтезу интерферона сильно понижена. Потому-то они чаще и заболевают, что не могут обходиться своим. А производство одной дозы (миллион единиц), по расчетам американских врачей, стоит пока еще около ста долларов; для лечения же, например, остеосаркомы или лейкоза нужно вводить больному до трех миллионов доз в течение многих месяцев!

Ведутся поиски источников интерферона. Пытаются применить свиней (как ни странно, свинья очень близка к человеку по антигенной структуре), выделять его из человеческих клеток в культуре и т. д. Но это все паллиативы; для массового производства источник интерферона должен работать бесперебойно.

Поэтому медики с огромным интересом услышали, что швейцарский исследователь Ч. Вайсман вставил ген человеческого интерферона в плазмиду РРР 322 и заставил кишечную палочку, легко растущую в культуре, синтезировать этот белок. Выход, правда, был очень мал. Но ведь и первые штаммы пенициллиновой плесени давали антибиотика в тысячи раз меньше, чем те, что были выведены генетиками микроорганизмов потом. В последнее время появились сообщения о штаммах кишечной палочки, литр культуры которой заменяет по

интерферону 400 (I) литров донорской крови. Можно надеяться, что скоро этот чудодейственный белок, причем разные его варианты, будет так же доступен, как пенициллин или стрептомицин.

Онкология, по-видимому, будет обязана генной инженерии значительно большим, чем дешевый интерферон. Полагаю, что мы не оставим загадку болезни № 1 — рака — двадцать первому веку. Вряд ли победа над злокачественными опухолями окажется быстрой, одномоментной. Скорее всего она пройдет незаметно. Арсенал онкологов будет пополняться новыми и новыми средствами, тормозящими стихийный рост вышедших из повиновения клеток до тех пор, пока жизнь каждого больного не сможет быть продлена — до его естественного конца, либо смерти от другой причины. Немалую роль тут должны сыграть поиск и синтез естественных агентов, тормозящих несбалансированный рост клеток в организме.

Вероятность злокачественного перерождения хотя бы одной клетки из триллионов, составляющих организм человека, настолько велика, что все мы должны бы были умирать от рака еще в утробе матери. Несомненно, в организме имеются управляющие системы, подавляющие несбалансированный рост. Если же человек все-таки заболевает, это значит, что разладилась одна из таких систем. По-видимому, их несколько, и они дублируют друг друга. Интерферонная лишь одна из них и для регуляции роста клеток не самая главная. Ее главная функция — защита организма от вирусов.

В последнее время все чаще появляются сообщения об открытии различных белковых веществ, стимулирующих рост какой-либо ткани или, наоборот, ингибирующих, то есть подавляющих, его. Ограничусь одним примером — не единственным, не первым и наверняка не последним, но очень характерным.

Американский исследователь С. Р. Бурзинский исследовал людей, у которых наблюдалась спонтанная ремиссия — самопроизвольное рассасывание злокачественных опухолей (такие случаи редко, но все же наблюдаются). Он предположил, что человеческий организм в норме вырабатывает какие-то белки, распознающие клетки, сбившиеся с «пути истинного» и блокирующие их рост. После чрезвычайно трудоемкой работы ему удалось выделить из человеческой крови и мочи четыре белка очень малого молекулярного веса (около 15 аминокислотных остатков), на 96—97% подавляющих рост раковых клеток. Бурзинский назвал их антинеопластонами.

Естественно, лечение антинеопластонами, выделенными из крови или мочи, практически нереально: подсчитано, что расходы на лечение одного больного превысят 200 тысяч долларов. Но ген такого маленького белка — из 45 нуклеотидных звеньев — относительно просто синтезировать и вставить в плазмиду, а потом выращивать бактерии с такими плазмидами в неогра-

ниченных количествах. Даже если эффективность антинеопластонов окажется преувеличенной, открытие Бурзинского показывает путь, по которому нужно идти. Труден, точнее, трудоемок лишь первый этап — выделение нужных белков в количествах, достаточных для испытания эффективности и определения аминокислотных последовательностей. Это «та же добыча ради» — в грамм добыча, в год труды». Только вместо грамма нужны доли миллиграмма, а труды многолетние.

А вот и другой, не менее перспективный объект для генных инженеров. Известен белок — фактор роста нервов (сокращенно NGF — nerve growth factor) из 118 аминокислотных звеньев с расшифрованной последовательностью. Он стимулирует рост отростков нервных клеток — аксонов. Собственно, они и растут в том направлении, в котором возрастает концентрация NGF. Более того, NGF может превращать обычные клетки в нервные (вспомним, что нервные клетки млекопитающих обычно не делятся и не восстанавливаются). Разные естественные факторы — одни стимулируют рост клеток определенного рода, другие подавляют их рост. По-видимому, при нормальном состоянии организма соблюдается динамическое равновесие противоположных по действию факторов. И там, где оно нарушено, в ход можно пустить арсенал генной инженерии. Иными способами получить достаточное количество естественных специфических факторов белковой природы практически нереально.

**Н**аследственные болезни считаются ■ принципе неизлечимыми. Мы можем лишь в некоторых случаях понижать степень их проявления.

В самых общих чертах наследственные болезни обуславливаются двумя факторами. Первый из них — хромосомные и геномные мутации — поломки хромосомы, потеря одной из 46 хромосом, слагающих человеческий геном, или же, наоборот, приобретение лишней. Но люди — носители подобных мутаций, как правило, нежизнеспособны или бесплодны. Поэтому они не накапливаются в популяциях.

Иное дело — генные мутации, следствие какого-нибудь единичного изменения в нуклеотидной последовательности гена. В результате ген стимулирует синтез дефектного белка, не справляющегося с возложенной на него обязанностью. Так как мы имеем по два гена — от отца и от матери — присутствие мутантного гена может быть скрыто, дублирование генетической информации позволяет организму не только вырасти здоровым, но и передать «больной» ген будущим поколениям. И проявится его действие в отдаленном будущем, когда в оплодотворенных яйцеклетках будущих поколений встретятся два дефектных гена.

Частота возникновения таких мутаций у человека оценивается в пределах от од-

ной стотысячной до одной десятиллионной, а описано их уже свыше полутора тысяч. Как правило, они проявляются там, где часты близкородственные браки, а потому выше вероятность встречи двух мутантных половых клеток. В Японии, например, были приняты браки между кровными родственниками, отчего в этой стране весьма часто встречается довольно неприятная болезнь — гипокаталаземия (примерно один случай на тысячу человек). Если вам доводилось дезинфицировать порез перекисью водорода, вы, наверное, замечали, что она вспенивается при соприкосновении с кровью. Это содержащийся в крови фермент — каталаза расщепляет перекись на воду и кислород. Кровь гипокаталаземики перекись водорода не разлагает, в ней очень мало или же совсем нет каталазы. А перекись водорода — отход окислительных процессов — весьма ядовита и опасна для организма. У людей без каталазы заболевание зуба приводит к гангрене полости рта и поражению челюстей. А ведь это одна из сравнительно малоопасных наследственных болезней!

Вообще степень проявления наследственной болезни может сильно изменяться. Некоторые из них и болезнями до поры не считаются. Например, способность или неспособность человека чувствовать вкус одного органического соединения — фенилтиомочевина — считалась безобидной генетической вариацией, примером нейтральной мутации. Но оказалось, что у людей, которым фенилтиомочевина кажется безвкусной, чаще наблюдаются случаи зоба и кретинизма.

В самых общих чертах любой организм — от простейшего вируса до человека — раскинута ■ пространстве и во времени сеть биохимических реакций, каждая из которых катализируется определенным ферментом. А синтез каждого фермента управляется своим геном, и мутация этого гена приводит к обрыву какого-либо звена в одной из многих переплетающихся цепочек биохимических превращений.

Никто не назовет цингу наследственной болезнью. Все знают, что это авитаминоз, вызванный нехваткой в пище аскорбиновой кислоты — витамина С. Между тем это самая настоящая наследственная болезнь, которой болеют все без исключения люди (и обезьяны). У всех нас биохимическая цепь превращения глюкозы ■ аскорбиновую кислоту оборвана дефектом одного гена. Так что способность заболеть цингой — это наследственная болезнь, которую мы не считаем таковой именно потому, что все мы ею больны. Если бы мы вставили в свои геномы ген фермента гулонолактонооксидазы, то не нуждались бы в витамине С.

Но цингу лечить просто: фрукты, овощи, свежая зелень, сырое мясо и рыба богаты аскорбинкой. Потому-то эта генетическая болезнь и охватила 100% предковой популяции обезьян и человека. Обрывы в других биохимических звеньях ликвидируются не в пример труднее.



Важнейший гормон, управляющий углеводным обменом,—неоднократно упоминавшийся нами инсулин, вырабатываемый поджелудочной железой позвоночных. Унаследованный или приобретенный дефицит инсулина в крови человека приводит к тяжелой болезни — диабету. Особенно опасна детская форма диабета, обычно наследственная. До открытия инсулина диабет был практически неизлечим. Сейчас с ним справляются периодическими инъекциями инсулина, выделяемого из поджелудочных желез домашних животных: дело в том, что молекулы инсулина коровы и человека отличаются лишь в деталях и у большинства людей животный инсулин не вызывает антигенной реакции.

Тем не менее врачи с интересом услышали об успешной попытке синтеза и вставке гена человеческого инсулина в геном кишечной палочки.

Но диабет — один из редких случаев, когда для лечения наследственной болезни можно использовать чужой белок. Как правило, залатать брешь в порванной биохимической цепи чужим белком невозможно. Организм пустит в ход отработанные миллионами лет механизмы защиты от чужих белков. Поэтому невозможно, например, лечить гипофизарный карликовый рост человека нечеловеческим гормоном роста — соматотропином. Неудивительно, что ген гормона роста привлек внимание генических инженеров. И не только он, но и многие другие гормоны, в частности антагонист соматотропина — соматостатин, вырабатываемый гипоталамусом. Ведь он не только регулирует рост, но и участвует в регуляции синтеза инсулина и глюкагона.

В 1977 году ген соматостатина был успешно синтезирован и вставлен в плазмиду. А в 1979 году группа американских ученых, прежде синтезировавшая ген человеческого инсулина, синтезировала ген гормона роста человека — соматотропина. По данным авторов, выход гормона составлял 3 мг на литр культуры кишечной палочки, которую заставили производить соматотропин, — для гормона величина огромная.

В ближайшие годы полученные методами генной инженерии гормоны и ферменты, по-видимому, станут широкодоступными медицинской практике. Например, ту же галактоземию удастся лечить периодическими инъекциями человеческой каталазы. А ведь есть и такие болезни, как амавротическая идиотия, фенилкетонурия и алкаптонурия — и сотни других, возникающих потому, что организм больного синтезирует в результате мутаций дефектные ферменты.

Наследственные болезни можно будет не только лечить, но и диагностировать с помощью методов генной инженерии. Весьма частый в практике медицинского генетика случай: будучая мать приходит на консультацию. В ее роду неоднократно наблюдались случаи какой-либо наследственной болезни: будет ли здоровым ребенок? Сейчас генетик может лишь рассчи-

тать вероятность проявления болезни. Например, пятьдесят процентов за то, что ребенок будет здоров, пятьдесят — против. В будущем он возьмет пробу околоплодной жидкости, в которой всегда имеются отдельные клетки эмбриона, выделит и фрагментирует из них ДНК, а затем проведет гибридизацию фрагментов с образцом клонированного гена — того самого, который находится под подозрением. И суждение его не будет вероятностным.

Это не фантастика: таким методом уже обнаруживают тяжелые наследственные болезни — талассемию и гемофилию. Талассемия широко распространена в Средиземноморье и является наследием тех времен, когда там была обычна малярия. Гемоглобин талассемиков ядовит для малярийного плазмодия, но дети, получившие такой ген от обоих родителей, как правило, еще до 10 лет погибают от анемии.

Аномальные формы гемоглобинов, делающие их носителей неуязвимыми к малярии, распространены по всему тропическому поясу. Н. Н. Миклухо-Маклай удивлялся, почему папуасы Новой Гвинеи не заболевают тяжелой тропической малярией, от которой страдал он сам. Любопытно, что, с точки зрения папуасов Берега Маклая, малярия, вернее способность заболеть ею, оказывается наследственной болезнью!

Еще шире распространена гемофилия — наследственный дефект системы свертываемости крови. Человек, страдающий ею, может истечь кровью от пустяковой царапины.

Уже эти немногие примеры убедительно свидетельствуют о необходимости скорейшего внедрения методов генной инженерии в медицину. Тот факт, что генетические болезни встречаются относительно редко и не имеют характер эпидемий, отнюдь не значит, что ими следует пренебречь. Частоту их встречаемости нужно помножить на численность населения. Последний пример: наследственная болезнь фенилкетонурия, в 75% приводящая к полному идиотизму, распространена не очень широко. Ген, вызывающий ее, встречается, по подсчетам генетиков, лишь у 0,5% населения США. Помножьте на численность, и вы обнаружите миллионы человеческих трагедий, обусловленных тем, что фермент, кодируемый этим геном, не справляется с превращением аминокислоты фенилаланина в другую аминокислоту — тирозин.

А ведь мы еще не рассмотрели перспективы использования методов генной инженерии в лечении нервных болезней. Известны естественные факторы белковой природы — энкефалины и эндорфины, управляющие деятельностью мозга. Психиатры согласно считают, что широкое их использование приведет к такой же революции в психиатрии, какую свершили в терапии антибиотики. И опять-таки получить эти белковые факторы в достаточном ко-

личестве можно лишь методом генной инженерии.

Я предчувствую разочарование некоторых читателей. Убежден, что они скажут: разве же это — лечение наследственных и иных болезней? От наследственного диабета и до появления генной инженерии лечились периодическими инъекциями инсулина, теперь вы предлагаете распространить этот принцип на другие болезни — от рака до шизофрении. Нельзя ли вставлять в геномы больных людей «здоровые» гены, пресекать зло в самом зародыше?

Это уже область не генной инженерии, а генной хирургии — науки, которой пока еще не существует. Еще нет достаточно надежных векторов, с помощью которых можно бы было вставить новый ген в геном человека, не повредив других. В лучшем случае клетка приобретает способность к злокачественному росту. Недаром векторы, которыми пытаются передать новые гены человеческим клеткам (пока еще в культуре клеток, «в стекле»), потенциально канцерогенны. Таков обезьяний вирус SV40, вирус герпеса, аденовирусы.

Рассмотрим проблемы генной хирургии на конкретном примере. В принципе можно взять клетки поджелудочной железы диабетика, вырастить их в культуре и попытаться вставить в них инсулиновый ген, а потом вернуть хозяину. Заменить поврежденный ген на полноценный у ядерных организмов — эукариот! Несомненно, мираж Нобелевской премии витает над исследователями. Иначе нельзя объяснить тот факт, что в печати то и дело появляются сообщения об успехах в этой области... а потом эксперимент воспроизвести не удается...

Пока удалось лишь вставить ген глобина мыши в клетки африканской зеленой мартышки. Но где гарантия того, что подвергшиеся этой хирургической операции клетки, будучи возвращенными в организм, поведут себя как должно? По сути, единственным достоверным фактом переноса наследственного признака в организации высшего животного с помощью вектора-вируса остается опыт советского исследователя С. М. Гершензона, передавшего ген окраски от одной линии тутового шелкопряда к другой.

Присущий мне неистребимый оптимизм во всем, что касается возможностей науки, позволяет считать, что проблемы генной хирургии будут разрешены. Несомненно, будет найден вектор, который окажется способным встраиваться в геном, не как медведь в теремок, он будет нести в себе целый транскриптон — единицу генетической информации у ядерных организмов (то есть ген, кодирующий нужный белок со всеми служебными последовательностями, делающими его генетически активным).

А может быть, решение проблемы придет на ином пути? Что если мы, вместо того чтобы вставлять в клетки диабетика инсулиновый ген, просто пересадим к нему клетки поджелудочной железы здорового человека?

К сожалению, это не так просто. Чужие клетки организмом отторгаются. Чужой инсулин (даже синтезированный другим видом) человек сможет принять — но не клетку иного человека. Наш организм ревниво охраняет свою индивидуальность. Причина этого — тканевые антигены, специально для этого синтезируемые белки. Примером их могут быть так называемые группы крови, антигенная система ABO, охраняющая индивидуальность жидкой ткани — крови.

Тканевых антигенов не так уж много (несколько десятков), но каждый человек отличается единственной и неповторимой их комбинацией, возникающей при слиянии геномов половых клеток. Поэтому пересадки тканей, органов и отдельных клеток удаются лишь у однояйцевых близнецов, у которых геномы, а значит, и комбинации антигенов идентичны. Чужая кожа, пересаженная на место ожога, спасает человека, но отторгается, как только под нею вырастет новая, собственная. Да и переливание крови, если не учитывать группу (то есть соответствие антигенов донора и реципиента), может привести к печальному исходу.

К счастью, природа подсказывает выход из этого тупикового положения. В последнее время советские исследователи из Института трансплантации и искусственных органов АМН СССР произвели успешную пересадку клеток поджелудочной железы, синтезирующих инсулин, крысам-диабетикам. «Соль» опыта была в том, что посадочный материал брался у 16—20-недельных эмбрионов человека. Иммунная система млекопитающих в онтогенезе развивается очень медленно, в противном случае между эмбрионом и организмом матери во всех случаях начиналась бы настоящая «война на отторжение».

Молодые отцы порой негодуют на медиков-бюрократов, не дающих им взглянуть на новорожденных наследников. И негодуют зря: новорожденные в первые дни после рождения еще не способны образовывать антитела против чужих белков-антигенов. Они беззащитны перед любой инфекцией. Более того, переболевший какой-либо болезнью новорожденный теряет способность вырабатывать к ней иммунитет всю жизнь. Оболочечный белок вируса или бактерии он будет рассматривать как свой.

Отсюда вытекают перспективы на первый взгляд фантастические. Рассмотрим их на конкретном примере. Многие читатели, наверное, слышали об одной группе крови — так называемом резус-факторе. Если у матери кровь резус-отрицательная, а у плода — резус-положительная, то в материнском организме начинается выработка антитела на чужой белок; при повторных беременностях это часто приводит к гибели плода или рождению дефективного ребенка.

А что, если каждой девочке, имеющей резус-отрицательную кровь, до того, как у нее сформируется система иммунного ответа, вводить этот пресловутый резус-



фактор? Тогда она всю жизнь будет считать этот белок своим и антитела на него вырабатываться не будут.

Этого мало: допустим, мы соберем смесь из всех тканевых антигенов людей и будем инъектировать ею всех новорожденных. И тогда все, на которых будет проводиться подобная процедура, по антигенной структуре уподобятся однояйцевым близнецам. В этой группе людей можно будет, не боясь последующего отторжения, проводить пересадки клеток, тканей и органов. Тогда в медицинской практике широко распространятся опередившие время пионерские работы Кристиана Бернарда, впервые пересадившего сердце от человека к человеку. А в будущем можно подумать и о новом источнике донорского материала — например, создать породу человекообразных обезьян, по антигенным свойствам близких к человеку. Разумеется, пока еще это фантастика. Но она открывает такие перспективы, что становится ясной необходимость разработки методов управления иммунной реакцией организма (пока мы можем лишь неизбирательно подавлять, действуя облучением или же иммунодепрессантами).

Какие перспективы открывает использование методов генной инженерии в сельском хозяйстве? Ряд обстоятельств как будто бы облегчает внедрение чужих генов в геномы высших растений. Хотя векторы для растений, такие же надежные, как для бактерий, еще не получены, уже удалось встроить с помощью плазмиды ген устойчивости к антибиотику ампициллину в геном табака. Это всего лишь модель, но за ней следует и практическое применение. Вспомним, что сейчас разработаны достаточно надежные способы получения цветущего плодоносящего растения из культуры клеточной ткани, в принципе — из одной клетки. Так удалось получить за месяц из ткани корня женьшеня нормальную цветущую ветку, а в природе женьшень зацветает через три года после прорастания семени (см. «Наука и жизнь» № 9, 1981).

Наверное, многие читатели знакомы с попытками заставить такие культурные растения, как пшеница или кукуруза, усваивать атмосферный азот. Это проблема № 1 сельского хозяйства. Азотные удобрения дороги и усваиваются растениями меньше, чем на 40—50% — все прочее разлагается почвенными микроорганизмами или выносятся в водоемы, где они превращаются в опасные нитраты и нитриты, канцерогенные в высоких концентрациях.

Выход из положения подсказывают бобовые растения, у которых на корнях в особых образованиях-клубеньках симбиотические бактерии синтезируют ион аммония из атмосферного азота. Эту реакцию осуществляет фермент нитрогеназа, ген которого имеется в так называемом NIF-опероне.

Попытки перенести NIF-оперон непосредственно в клетки пшеницы не увенчались успехом из-за свойств самой нитрогеназы. Этот фермент может работать лишь в бескислородной среде, и в то же время для азотного синтеза требуется огромное количество энергии в виде АТФ. Бобовые растения обходят это затруднение с помощью особого белка — переносчика кислорода — леггемоглобина. Леггемоглобин, связывая кислород, защищает от него нитрогеназу и переносит его в места синтеза АТФ. Воспроизвести этот процесс в клетках самой пшеницы трудно, практически невозможно. Гораздо перспективнее «приучить» сами клубеньковые бактерии образовывать азотфиксирующие клубеньки на корнях пшеницы или кукурузы. Есть и более оригинальные подходы к решению этой проблемы. Плодородие рисовых полей Вьетнама создает крошечный водный папоротник Азолла, в котором живут азотфиксирующие цианобактерии. Это знаменитое растение — оно было доставлено в космос шестым международным экипажем — В. В. Горбатко и Фам Туаном. Если бы мы создали подобные растения для суходольных полей, проблема азотных удобрений была бы решена.

Есть планы вставить в геном пшеницы гены животных белков — таких, как мышечный белок миозин, и тем приблизить по качеству хлеб к животным продуктам.

Однако трудно предсказать будущее. Чаще мы представляем его в виде настоящего в превосходной степени. Мы с улыбкой смотрим сейчас на фантастические картинки конца прошлого века, в которых художники пытались предсказать будущее: дамы в кринолинах, управляющие летательными аппаратами с двигателями на дровах. Не так ли будут наши потомки оценивать сегодняшние прогнозы о золотых нивах с урожайностью в 200 и более центнеров?

Ведь в конце концов однолетние злаки — «изобретение» эпохи неолитической революции. Двенадцать тысяч лет назад климатические перемены привели к гибели в большинстве районов земного шара крупных травоядных — основного источника пропитания человека. И он в буквальном смысле слова, как утопающий, ухватился за соломинку — стебель злакового растения. С тех пор наше хозяйство изменялось лишь количественно, а не качественно. От мотыги к трактору, от делянок на лесной опушке до массивов в тысячи гектаров — таков путь, пройденный земледельцами за 12 тысяч лет. А результат?

Каждую весну на миллионах гектаров поверхность планеты обрабатывается плугами и боровами, напичкивается инсектицидами и избытком минеральных удобрений — и все это ценой затрат огромного труда, расхода невозможных нефтепродуктов, а площадь, пригодная под пашню, из года в год продолжает сокращаться, разъедаемая эрозией и засолением в засушливой зоне. Энгельс предсказывал это, когда писал, что за каждый крупный успех природа мстит человеку.

Выход давно уже предугадывали ученые. Соратник Дарвина А. Уоллес писал, что со временем сахарная пальма вытеснит сахарный тростник, «так как для ее культуры не нужно ни удобрения, ни обработки земли, да и почва истощалась бы далеко не так быстро...». Наш известный палеонтолог, геолог и писатель-фантаст И. А. Ефремов так характеризует сельское хозяйство через тысячу лет: «...отпало трудоемкое ежегодное выращивание травянистых и кустарниковых растений. Деревья, долголетние, слабее истощающие почву, устойчивые к климатическим невзгодам, стали основными сельскохозяйственными растениями...».

Итак, деревья — хлебные, ягодные, плодовые, ореховые, которые можно выращивать и на склонах гор и которые не иссушают и не истощают почву, но еще и обогащают ее. Пробразом их могут быть яблоневые и ореховые леса предгорий нашей Средней Азии. Между тем не следует упрекать земледельцев в консервативности, слепой приверженности одолетним злакам. Революционная перестройка столь важной отрасли — дело неимоверно трудное. Знаменитое менделеевское: «Нефть не топливо, топить можно и ассигнациями» до сих пор справедливо — и до сих пор нефть «вылетает в трубу», точнее в выхлопные трубы двигателей внутреннего сгорания.

Конечно, мы будем и дальше улучшать сорта пшеницы и других однолетних культур. Мы должны заботиться и о себе и о детях. Но мы должны заботиться о внуках и правнуках, поэтому вопрос о коренной перестройке сельского хозяйства науке нужно решать уже сейчас. Ведь вопрос о выведении новых пород деревьев с заданными свойствами настолько сложен, что для его разрешения нужны десятки лет.

Гораздо раньше будет решена проблема синтеза искусственной пищи. Уже сейчас в микроорганизмы вставляют гены, управляющие синтезом незаменимых аминокислот. На повестке дня — создание дрожжей и бактерий, вырабатывающих пищевые белки, неотличимые по составу от белков мяса, рыбы, яиц. Растить такие штаммы предполагается на дешевых субстратах — отходах сахарной и лесной промышленности, этиловом и метиловом спиртах, даже на углеводородах и парафине.

Выведение микроорганизмов, потребляющих нефтепродукты, важно и для решения другой, не менее важной проблемы — охраны окружающей среды от нефтяного загрязнения. Уже созданы штаммы бактерии Псевдомонас, которые могут питаться всеми компонентами нефти (в них вставлено сразу несколько плазмид).

Я перечислил лишь немногие направления хозяйственной деятельности человека, в которых с успехом могут быть использованы методы генной инженерии.

Было бы, однако, ошибкой считать, что перспективы генной инженерии безоблачны. Как выразился советский философ

И. Т. Фролов, «молекулярные биологи достигли края экспериментальной пропасти, которая в конце концов может оказаться страшнее той, в которую в годы перед созданием атомной бомбы заглянули физики-ядерщики». Здесь та же параллель между ядерной физикой и генной инженерией, которая проводилась в начале этих очерков. Но пора подчеркнуть различия.

Физики на заре искусственного разложения атома порой (правда, всегда полухитрым) опасались, что какой-либо опыт, поставленный в лаборатории без особой цели, кроме той, которая имеется в начале каждого опыта («что будет, если...»), приведет к фатальным результатам. Эрнест Резерфорд как-то обмолвился: «Некий дурак в лаборатории сможет взорвать ничего не подозревающую Вселенную». Дальнейший ход событий показал, что человечеству опасаться надо не дураков в лабораториях, а бессердечных (и, по сути, не очень умных) людей в правительствах. Опасны не случайные экспериментальные ошибки, а направленная деятельность сторонников гонки вооружений.

А что же с генной инженерией? Если разобраться в шумихе, которая поднята вокруг нее за границей, особенно в США, создается представление, что положение в ней обратное. Но рассмотрим по порядку.

В 1971 году П. Берг после консультации с Р. Поллаком откладывает свой эксперимент по встройке потенциально канцерогенного вируса SV40 в плазмиду кишечной палочки.

В 1973 году в Калифорнии собирается так называемая первая Асиломарская конференция, обсуждавшая потенциальную опасность экспериментов по генной инженерии. В 1974 году группа Берга выступает с призывом временно прекратить — до выявления степени опасности — манипуляции с генами, особенно у высших организмов.

В том же 1974 году вторая Асиломарская конференция разрабатывает сложную (и, по чести говоря, не вполне логичную) классификацию степени опасности генно-инженерных экспериментов. Рекомендации ее настолько усложнили работу американских генных инженеров, что в ряде случаев их обогнали западноевропейские коллеги, не связанные по рукам и ногам. Сейчас эти рекомендации пересмотрели в сторону смягчения и в самих США.

Что же вызвало опасения исследователей? Генная инженерия дает возможность преодоления генетических барьеров между организмами, которые до того не вступали в генетический контакт. Подобного никогда в практике человечества не наблюдалось. Отсюда делается вывод: мы должны остерегаться этих опытов, ибо они могут привести к непредсказуемым результатам.

Однако как ли новые подобные опыты и так ли непредсказуемы результаты? Сторонников жестких мер особенно настораживают попытки клонировать в плазмидах гены высших организмов, особенно человека. Они, видимо, полагают, что геномы разных видов подобны компонентам так



называемого бинарного химического оружия, принятого на вооружение Пентагоном: порознь компоненты безвредны, а в смеси образуют смертельный газ.

Но ведь клетки и вирусы существуют уже миллиарды лет, не вызывая потрясений в биосфере. Есть даже неверная, на мой взгляд, концепция, что вирусный перенос генетической информации в эволюции имеет едва ли не большее значение, чем тривиальный, — от предков к потомкам. Неверна она по двум причинам. Во-первых, даже самые примитивные бактерии стараются отторгнуть чужую ДНК, чужую генетическую информацию. Вся геновая инженерия как раз основана на изучении механизма этого явления, где роль главной скрипки выполняют рестриктазы, расщепляющие чужую ДНК.

Во-вторых, высокие концентрации бактерий, при которых становится сколько-нибудь вероятным перенос генетической информации плазмидами или фагами, практически исключают их сосуществование. Один микроорганизм не уживается с другим (на этом пути были найдены антибиотики).

Но нет правил без исключений. Первое, и самое важное, — кишечник человека (и других животных). В нем обитают бактерии, в первую очередь кишечная палочка, и целый ряд других — симбионты, нахлебники и паразиты. Наш кишечник — это хемостат — прибор для непрерывного, точного выращивания бактерий. «Готовая продукция» выделяется с фекалиями.

Каждый человек съедает с мясом и рыбой, огурцами и салатом по несколько миллиграммов чужой ДНК каждый день. Эта ДНК расщепляется ферментами, выделяемыми поджелудочной железой (напомним, что поджелудочная железа — орган не только внутренней секреции, поставляющей инсулин и глюкагон, но и внешней). При этом возникают фрагменты разнообразной ДНК, в принципе идентичные тем, что получаются методом «дробовика», случайно расщепленные.

Но этого мало: каждый день со стенок нашего кишечника смываются граммы отмирающих клеток кишечного эпителия и вся их ДНК вступает в контакт с бактериями. Условия для экспериментов с непредсказуемыми результатами идеальные! Так что в кишечнике убежденного противника включения эукариотных генов в плазмиды такие незапланированные эксперименты происходят каждый день. Требовать ограничения подобных опытов — все равно, что стоять под зонтиком по уши в воде.

Более обоснованным кажется призыв избегать включения в плазмиды генов вирусов, вызывающих злокачественное перерождение клеток. Здесь действительно какие-то защитные меры необходимы. Но полностью отказаться от этих опытов — значит отказаться от экспериментальной онкологии. А ведь на том пути получены открытия фундаментального значения. Уже расшифрованы последовательности у вирусов, вызывающих рост опухолей, например, саркомы.

Противники геновой инженерии опасаются того, что новые, искусственные микроорганизмы выйдут из-под контроля, размножатся и погубят биосферу. При этом как-то забывают, что и сейчас, как и всегда в эволюции, для успеха мало удачной мутации или геновой рекомбинации. Нужно еще, чтобы условия внешней среды или требования человека поддерживали распространение той или иной геновой перетасовки. Короче, нужен отбор.

Плазмиды, переносящие гены устойчивости к антибиотикам (те самые R-факторы, о которых мы говорили во втором очерке), только потому и распространились в природе, что их усердно, хотя и бессознательно, отбирали врачи, прописывающие антибиотики.

Но ведь возможна и сознательная, направленная селекция вредных для человечества геновых рекомбинаций, создание своего рода биологической ядерной бомбы. И вот удивительная вещь: пифии, мрачно предвещающие гибель биосферы от случайных экспериментальных ошибок, попросту не говорят о подобной возможности. Как будто она не приходит в голову конгрессменам и сенаторам, дипломированным дельцам и ученым — акционерам гено-инженерных компаний с миллионными капиталами.

Создание в какой-либо стране водородной бомбы означает создание новой отрасли тяжелой промышленности. Да его и не скроешь ни от общественности своей страны, ни от других стран.

Иное дело — создание бактериологического оружия. Оно не требует больших капиталовложений, энергетических и материальных затрат, да и может быть замаскировано какой-нибудь безобидной и благородной целью — например, изготовлением «чистых» вакцин или гормонов. Слишком заманчив подобный путь для стран, не желающих объявить бактериологическую войну вне закона.

Правда, такое оружие опасно и для того, кто его изготавливает. Выйдя из-под контроля, оно ударит и по народу собственной страны. А проводить массовую вакцинацию «своих» — значит рассекретить его.

Известно, что американская военщина уже активно разрабатывала подобные планы, когда новые формы бактерий можно было создавать методами молекулярной генетики. Приведу лишь один факт, достаточно характерный. В июле 1976 года в Филадельфии (США) в отеле, где собралась очередная сессия Пенсильванская секция Американского легиона, вспыхнула загадочная пневмония. 182 человека заболели, 29 из них умерли. Оказалось, что и раньше, в 1965 и 1968 годах, подобные вспышки наблюдались в той же Америке. «Болезнь легионеров» вызывается загадочным микроорганизмом, который может обретать сферическую или палочковидную форму, передаваться по воздуху и через животных. Возникновение ее объяснили тем, что рядом с отелем производили земляные работы. А вот как эта бактерия попала в грунтовые воды?



**«БЕДФОРД-ТМ3250-EUV8»** (Англия). Машину выпускает английский филиал корпорации «Дженерал моторс» (США). Тягач имеет гидравлический механизм откидывания кабины, двухтактный дизель. Полная масса автопоезда — 25 т. Грузоподъемность — 17 т. Мощность двигателя — 216 л. с. (161 кВт). Число передач — 9. Колесная формула — 4×2. Скорость — 90 км/ч.



**«ВОЛВО-F1225»** (Швеция). Автомобиль оснащен двигателем с турбонаддувом, подъемной третьей осью, устройством предварительного прогрева двигателя и кабины. Пол кабины расположен на высоте 1320 мм от дорожного полотна. Полная масса автопоезда — 38 т. Грузоподъемность — 25 т. Мощность двигателя — 300 л. с. (220 кВт). Число передач — 16. Колесная формула — 6×4. Скорость — 100 км/ч.

Специальные автомобили для дальних перевозок грузов начали применяться около полувека назад. Их появление предопределило развитие автомобильных магистралей и успехи в совершенствовании конструкции автомобиля, повышении его эксплуатационной надежности. Если в 1912 году пробег грузовика «Паккарда» с тремя тоннами груза из Нью-Йорка в Сан-Франциско продолжался полтора месяца и представлялся рекордом выносливости, то уже в тридцатые годы на такое «чудо» был способен любой грузовик.

Опыт показывал, что перевозка скоропортящихся или дорогостоящих грузов автомобилем экономически оправдана даже на расстояние в тысячу километров. Ведь в таком случае можно доставить груз «от двери к двери». Причем, чем выше грузоподъемность машины, тем рентабельней перевозки.

Постепенно сложилась специфическая конструкция автомобиля для дальних грузовых рейсов по магистралям. Это либо грузовик с бортовой платформой и прицепом, либо седельный тягач с полуприцепом, то есть не одиночная машина, а автопоезд. Седельный тягач может обслуживать несколько полуприцепов: один стоит под разгрузкой, другой находится в пути, третий нагружается, и поэтому время простоя тягача значительно меньше, чем модели с бортовыми кузовами. Именно о седельных тягачах — наиболее специализированной разновидности магистральных автомобилей — рассказывается в этом выпуске «Автосалона».

Соображения экономической эффективности диктуют необходимость создавать автопоезда как можно большей грузоподъемности. Однако определенные ограничения связаны с несущей способностью дороги. Колеса сверхтяжелых тягачей и при-

В печати проскользнуло сообщение о том, что вблизи Филадельфии имеется некая закрытая лаборатория. Но слухи об этом как-то быстро заглохли. О них вспомнили в мае этого года, когда в городе Террихон де Ардус вблизи Мадрида (вблизи военной базы США) возникла эпидемия, удивительно похожая на «болезнь легионеров».

Из Испании она перекинулась на Португалию и унесла ряд жертв, в первую очередь детей. Естественно, военные власти США отвергли возможность всякой связи эпидемии с наличием на базе бактериологического оружия. Но заболел-то первым сотрудник базы! Именно он почувствовал высокую температуру, сильную головную боль, тупую боль в груди. Это симптом «болезни легионеров».

Подобные факты настораживают. Современная американская администрация от-

крыто восхваляет «чистое» оружие — нейтронные бомбы и газы. Бактериологическое оружие тоже можно зачислить в категорию «чистых», не разрушающих материальные ценности.

Будем ли мы славить дела «генных инженеров» или проклинать их — зависит от доброй воли человечества. Как и всякое научное достижение, его можно обратить и во вред и на пользу. Не следует забывать, что генная инженерия может быть использована не только для создания оружия, но и щита против него — высокоэффективных вакцин, сывороток, антибиотиков.

Ибо, как всякая научная истина, генная инженерия сама по себе — явление этически нейтральное, приемлемым или неприемлемым этически можно рассматривать лишь то или иное ее практическое применение.



# КОНСТРУИРУЕТСЯ МИКРОМИР

Восемь фрагментов предисловия  
к статьям о кварковых моделях.

Р. СВОРЕНЬ,  
специальный корреспондент  
журнала «Наука и жизнь».\*

Чем, собственно говоря, занимаемся мы, научные журналисты? Чаше всего, пожалуй, выполняем работу переводческую, посредническую — пересказываем широкой публике то, о чем люди науки уже сообщили на своем профессиональном языке. Языков этих много, в каждом научном регионе свой, одинаково недоступный человеку со стороны. Физик спокойно скажет коллеге и будет прекрасно понят — «...симметрия среды понижается с переходом от неупорядоченной изотропной жидкости к кристаллической твердой фазе...», биолог — «...метаболические пути, реализующие генотип и фенотип, могут быть универсальными для прокариот и даже для эукариот...», а математик просто напишет  $udv = dvu = vdu$ , полагая, что этим уже сказано все.

Казалось бы, зачем подобное переводить, пересказывать, какое до всего этого дело простому человеку: придет время, и он получит информацию об успехах науки, так сказать, в осязаемом виде — в виде цветного телевизора, сульфадимитоксина или бройлерных цыплят. Но вот выясняется, что миллионы — миллионы! — счастливых владельцев цветных телевизоров хотят знать нечто большее, чем расположение кнопок на передней панели. И этому, оказывается, есть объяснение — детальные исследования, где очень точно, чуть ли не стрелочным прибором, была промерена шкала жизненных ценностей, показали: так же, как вода и пища, человеку нужны знания о мире, в котором он живет. То, что мы с легкостью называем любознательностью, на самом деле есть просто-таки физиологическая потребность в осведомленности, в картине мира. Потребность, видимо, очень древняя, начинавшаяся в те далекие времена, когда ныне просто красивая фраза «Знать, чтобы жить» была важнейшим неписаным правилом выживания.

Перевод с профессиональных языков науки на наш, общепонятный, разговорный или, как еще иногда шутят люди точного мышления, филологический язык, это совсем не то же самое, что, скажем, перевод с английского на русский.

\* Заведующий отделом физико-математических наук журнала «Наука и жизнь» Рудольф Анатольевич Сворень в этом году удостоен Премии Союза журналистов СССР за цикл статей, опубликованных в журнале под рубриками «Наука. Вести с переднего края», «Наука. Дальний поиск».

Профессиональный язык — не просто иные слова. Это, как правило, совсем другие понятия, другой строй мышления и всегда тексты из романа с продолжением, рассчитанные на богатый багаж ранее полученных знаний. Поэтому невозможно ограничиться «сокращенным переводом с научного», приходится создавать совершенно новую конструкцию повествования, всегда имея при этом реальный шанс услышать претензии от одной из заинтересованных сторон — от читателя, полагающего, что суть дела изложена недопустимо сложно, или от ученого, уверенного, что изложение получилось недопустимо упрощенным. Довольно часто оба типа претензий можно услышать одновременно, что, разумеется, ни в коей мере не может бросить тень на их обоснованность.

Лучше всего, конечно, когда о науке рассказывают сами люди науки, и жаль только, что иногда их добротные, точные, насыщенные информацией повествования доступны лишь тому, кто уже имеет представление о предмете. Вполне вероятно, что журналист-переводчик, который по условию должен понимать трудности читателя, может и в этом случае помочь ему, подготовив, например, своего рода предисловие к статьям специалистов. Оно могло бы в каком-то виде содержать словарь-минимум, необходимый для самостоятельного чтения, и, что особенно важно, могло бы рассказать о некоторых фундаментальных понятиях, о которых специалист обычно не вспоминает, считая их общеизвестными.

Сейчас будут представлены фрагменты подобного предисловия, рассчитанного на то, чтобы помочь человеку, далекому от физики, познакомиться с последними ее успехами в столь сложной и интригующей области, как изучение глубинной структуры вещества. Очень хочется, чтобы это предисловие расширило круг читателей обзорных и популярных статей, как уже опубликованных (см., например, журнал «Природа» № 10, 1974 г., № 8, 1976 г., №№ 1 и 5, 1979 г., №№ 2, 6, 7 и 8, 1980 г., журнал «Успехи физических наук» том 119, вып. 4, 1976 г., том 123, вып. 3, 1977 г., том 134, вып. 1, 1981 г. и др.), так и статей, которые готовятся к печати, в том числе и в нашем журнале.

## Фрагмент первый

### ДЛЯ НАЧАЛА ВЫИДЕМ ИЗ ПЕЩЕРЫ

Оценки «понятно» и «непонятно», которыми мы отмечаем какое-либо физическое явление, основаны, как это ни печально, на представлениях, сформированных еще нашим далеким пещерным предком. Камень, выпущенный из руки, падает на землю — это понятно. А вот почему два натертых тряпкой бумажных шарика сами по себе разбегаются в разные стороны — непонятно. Эта непонятность, как и многие другие, начинается с того, что из нескольких ВС окружающего мира для человека привычна одна только масса.

Сокращение ВС означает «важнейшая сущность». Такого словосочетания нет в официальной терминологии, оно целиком лежит на совести автора и, хочется верить, не вызовет серьезных возражений. «Важнейшая сущность» — достойные, видимо, слова, чтобы обозначить столь важную, столь фундаментальную реальность, как масса и связанные с ней гравитационные взаимодействия физических тел (например, падение камня на Землю, или, точнее, их взаимное гравитационное притяжение). Что есть масса? Как она «устроена»? Почему тела, имеющие массу, взаимно притягиваются? Почему это притяжение усиливается, если сближать тела? Ответ на подобные вопросы очень прост — так устроен мир, в котором мы живем. И масса — важнейшая реальность, важнейшая сущность этого мира, его ВС. Ощущение именно этой ВС (точнее, ощущение силы тяжести, которую, как стало ясно со времен Ньютона, порождает масса), интуитивное представление о ней как о чем-то совершенно естественном, нормальном мы получили по наследству от прародителей человеческого рода, а они, видимо, в каком-то виде унаследовали «чувство массы» от древнейших живых организмов.

Масса не единственная ВС, работу которой можно увидеть, так сказать, невооруженным глазом. Вы натерли шерстью расческу, и она притягивает лежащие на столе мелкие клочки бумаги, поднимает их вверх. Под действием силы тяжести клочки бумаги должны падать вниз, к притягивающей их Земле, а они двигаются вверх. И вывод: в событиях, кроме массы, участвует еще одна ВС, уже вторая в нашем списке, важнейшая сущность — электричество, электрический заряд. А вот и третья — магнетизм.

Что же касается других ВС, то они были обнаружены лишь в самое последнее время, когда началось проникновение в атомное ядро. Наиболее известная из этих новых ВС — особый ядерный заряд, порождающий ядерные силы. Это они стягивают, склеивают в атомном ядре протоны и нейтроны, преодолевая электрическое расталкивание протонов, подобно тому как в опыте с натертой расческой электричество преодолевало силы гравитации. Твердо выявлены еще и такие ВС, как лептонный заряд, странность или гиперзаряд, изотопический спин, очарование, красота... Физики, характеризуя какой-либо объект микромира, количественно оценивают все эти важнейшие сущности, называя их, правда, более спокойно и скромно — квантовыми числами. Говорят, например, что у данной частицы электрический заряд равен  $-1$ , гиперзаряд  $+1$ , барионный заряд  $0$  и т. д.

В мире ВС существует определенная иерархия важности, и проявляют они себя тоже по-разному. Две массы, в частности, всегда только притягиваются, а электрические заряды могут и притягиваться и отталкиваться. Ядерные силы тоже умеют сближать частицы, но совсем иначе, чем масса и электричество — начинают работать на очень малых расстояниях, но если

уж вступают в игру, то действуют с огромной силой.

О каждой из важнейших сущностей, о каждом из квантовых чисел можно рассказать много интересных подробностей, но, чтобы не выходить за рамки предисловия, ограничимся коротким завершающим выводом — мир устроен намного сложнее, чем это кажется с первого взгляда. Он намного богаче и, в частности, кроме массы, знакомой еще нашему пещерному предку, наполнен другими столь же важными, хотя и совсем иными сущностями.

## Фрагмент второй

### «...И ПОЛУЧИЛ СЕРИЮ НОКАУТИРУЮЩИХ УДАРОВ...»

Эта фраза, взятая из спортивного комментария, вполне может описать состояние человека, постигающего современную физику. Не только непривычные физические сущности, конкурирующие со старой доброй массой, но и совершенно непостижимые физические процессы приводят тебя, честно говоря, в состояние какой-то растерянности, какого-то психологического нокаута. Как, например, можно представить себе такое: набирая скорость, стержень становится короче, а часы замедляют ход. Или такое — электрон переходит в атоме с одной орбиты на другую, минуя промежуточные положения: сел пассажир в самолет в Москве, вышел в Киеве, а в полете его никто не видел — на борту его не было.

Или еще такая ситуация: все протоны и нейтроны в ядре находятся в разных состояниях — двух совершенно одинаковых частиц здесь нет. Каждая частица, хоть чем-нибудь, хоть по какому-нибудь одному квантовому числу, отличается от своих соседей, и том числе и самых далеких. Она каким-то образом узнает параметры всех частиц системы и выбирает себе состояние, которое непременно будет оригинальным, неповторимым.

А еще есть вакуум, эта сложная, чем-то заполненная пустота, в которой из сгустков электромагнитных гравитационных и иных полей рождаются частицы... И есть удивительные превращения массы, когда какая-то ее часть, только что принадлежавшая частице, вдруг оказывается для нее потерянной и каким-то образом расходуется на то, чтобы связать, склеить эту частицу с другой.

Что там говорить: многие процессы и явления, открытые в последние десятилетия, вполне удачно отмечены характеристикой «Безумная физика». Но, если вдуматься, то сама физика здесь ни при чем. Дело, видимо, все в той же нашей мировоззренческой инерции, в психологической установке — понятным считать привычное. На самом же деле удары, которые наносит нам природа, не так уж страшны, если не впадать в панику и повторять, повторять, повторять самому себе эту бесспирную истину — мир намного сложнее, чем кажется с первого взгляда. Эксперимент доказывает: есть не-



заметные сразу ВС — важнейшие сущности. И есть несводимые к житейскому опыту НП — непривычные процессы. Столкнувшись с описанием такого процесса, не нужно нервничать, хвататься за голову и кричать: «Этого не может быть никогда!» Лучше попытаться дополнить очередной непривычностью свою картину мира, прореагировать на нее спокойно, примирительно: «Ничего особенного — обычный непривычный процесс, обычный НП».

### Фрагмент третий СТУПЕНИ ПОРЯДКА

Наш маленький мозг никогда не разобран бы в этом огромном мире, если бы здесь царил полный хаос и все обитатели — все частицы, молекулы, звезды — были устроены совершенно по-разному, жили каждый по своим собственным законам. Где бы тогда набрать нужное число ячеек памяти на всех этих индивидуалов, на их непредсказуемые поступки и всякий раз разные, непредвидимые взаимодействия. К счастью, природа достаточно хорошо организована и порядка в ней довольно много. Именно его познает наука, открывая нам возможность экономно, в пределах личной памяти рисовать просторы космоса, глубины атома, волшебство жизни.

Порядок в природе — это, в частности, одинаковость многих ее объектов, скажем, абсолютная одинаковость всех электронов или других сортов частиц. Это еще и одинаковость спектаклей, в которых участвуют одинаковые герои — любая пара электронов в аналогичных условиях расталкивается с одной и той же силой. Это также одинаковость, или, точнее, похожесть, сценариев, по которым развиваются совсем разные, казалось бы, процессы. Возьмите, к примеру, взаимное притяжение двух масс и двух электрических зарядов — в обоих случаях сила притяжения зависит от квадрата расстояния между объектами: если, скажем, в два раза уменьшить расстояние, то и массы и электрические заряды будут притягиваться в 4 раза сильнее. И это несмотря на то, что процессы совершенно разные, что их определяют разные ВС — масса и электрический заряд. Кстати, именно похожесть разных по своей природе процессов, существование каких-то единых универсальных взаимосвязей и взаимозависимостей лежит в основе могущества математики, ее умения предугадать ход неизвестного процесса или предсказать свойства еще никем не обнаруженного объекта.

Еще одна важная черта мирового порядка — образование большого разнообразия структур из сравнительно небольшого количества типовых блоков. Так, все мыслимые химические соединения получаются всего из 107 типов атомов, официально именуемых элементами (см. 1-ю стр. цветной вкладки; реально все вещества образованы из 92 устойчивых элементов; зарегистрировано и внесено в таблицу Менделеева 105 элементов, но уже получены 106-й и 107-й элементы и идет подготовка

к получению 108-го; см. «Наука и жизнь» № 4, 1977 г.).

Полвека назад, в начале тридцатых годов, казалось, что все химические элементы можно собрать из трех предельно простых деталей и на этом завершить дробление вещества на составные части. Атом тогда представлялся совсем несложной конструкцией: в центре ядро с разным количеством положительно заряженных протонов (имеется в виду электрический заряд) и нейтральных нейтронов, а на орбитах, подобно планетам, вращаются вокруг ядра отрицательно заряженные электроны. Количество протонов в ядре и равное ему количество электронов на орбитах как раз и определяют тип атома, а значит, и его место в таблице Менделеева. Скажем, один протон и один электрон — водород, 2 протона и 2 электрона — гелий, 26 и 26 — железо, 72 и 72 — золото, 92 и 92 — уран...

Эта конструктивная схема и сегодня в общих чертах видится справедливой, а вот надежда на то, что мир состоит только из трех, как их тогда называли, элементарных частиц — протона, нейтрона и электрона, — долго не просуществовала. Довольно скоро открыли еще несколько ядерных частиц, а к середине шестидесятых годов стали известны сотни частиц с разной массой, разным временем жизни, с разными значениями квантовых чисел. Это, конечно, активизировало попытки сконструировать все многообразие известных «элементарных» частиц из сравнительно небольшого числа более простых деталей, в итоге получивших название «кварки».

### Фрагмент четвертый МИНУТА НАПОМИНАНИЙ

Чтобы легче двигаться дальше, хочется напомнить читателю кое-какие сведения из популярных книжек и статей об атомном ядре.

**НАПОМИНАНИЕ 1.** Эквивалентность массы и энергии, установленная теорией относительности, позволяет обе эти величины отмерять в одних и тех же единицах — хотите в граммах, хотите в джоулях. В ядерной физике энергию и массу принято указывать в других единицах энергии — в электронвольтах —  $1 \text{ эВ} \approx 10^{-19} \text{ Дж}$ . Часто пользуются более крупными единицами — кило-, мега- и гигаэлектронвольтом —  $1 \text{ ГэВ} = 10^3 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ КэВ} = 10^9 \text{ эВ} \approx 10^{-24} \text{ Дж}$ .

**НАПОМИНАНИЕ 2.** Все многообразие процессов, в которых участвуют частицы, делится на четыре группы, на четыре типа, как их называют, взаимодействия: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Все они связаны со своими ВС (например, гравитационное взаимодействие — с массой, электромагнитное — с электрическим зарядом), имеют разную физическую природу и характеризуются некоторой средней энергией, вовлеченной в процесс. Так, сильное взаимодействие протекает в  $10^4$  раз энергичней электромагнитного, в сто тысяч  $(10^5)$  раз энергичней слабого и в  $10^{18}$  раз сильней гравитационного взаимодействия.

**НАПОМИНАНИЕ 3.** Все «элементарные» частицы принято делить на несколько групп. В разное время образование этих групп проходило по разным признакам, и сейчас существует некоторая путаница в названиях частиц. Так, например, долгое время мезонами называли все частицы с

массой в несколько сотен МэВ — это нечто среднее («меза» значит «средний») между массой электрона 0,5 МэВ и массой протона 940 МэВ  $\approx 1$  ГэВ. По этому признаку в число мезонов попали частицы  $\mu^+$  и  $\mu^-$  (мю-мезоны, сокращенно мюоны) с массой около 100 МэВ, которые теперь входят в совершенно особую группу лептонов, мелких частиц. В этой группе, как предполагают, шесть частиц — электрон, мюон и тау-лептон и их «персональные» нейтрино. Лептоны не участвуют в сильном взаимодействии и в отличие от всех других частиц, так же, как и фотон, являются истинно элементарными, из кварков не состоят.

Все остальные частицы в сильных взаимодействиях участвуют, и их называют общим именем — адроны (в переводе — крупные). В огромной группе адронов есть две главные подгруппы — мезоны и барионы. Мезоны теперь объединены не по массе — у некоторых массы рекордно большие, так что «меза» — «средний» в слове «мезон» не имеет уже никакого смысла. Один из главных отличительных признаков мезона — целочисленный спин.

НАПОМИНАНИЕ 4. Спин — одно из квантовых чисел. Для простоты можно представить себе, что частица вращается подобно волчку (в действительности такая модель не проходит) и спин — это довольно легко вычисляемый момент вращательного движения. Спин не может быть каким угодно, частицы «получают» его строго отмеренными порциями. Так сложилось, что самая малая порция спина называется  $\frac{1}{2}$  — это что-то вроде старинной полушки, монеты достоинством в полкопейки. Если у частицы две такие «полкопейки», две порции спина  $\frac{1}{2}$ , то ее спин равен 1, если три —  $\frac{3}{2}$  и т. д. Но может быть и иначе: спин — характеристика векторная, он, грубо говоря, направлен либо вверх, либо вниз. Если собрать две частицы, у каждой из которых спин  $\frac{1}{2}$ , то можно расположить их так, чтобы общий, суммарный спин был равен  $+1 = +\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ , или  $0 = +\frac{1}{2} - \frac{1}{2}$ .

НАПОМИНАНИЕ 5. Первая подгруппа адронов — это мезоны, частицы с целочисленным спином: 0 или 1. Вторая подгруппа — барионы (от греческого «барис» — «тяжелый», сейчас это название тоже потеряло смысл, есть барионы, которые легче мезонов), частицы с дробным спином:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{2}$  и т. д. Другая особенность этих частиц — у них есть такая ВС, как барионный заряд, которого нет у мезонов. Этот заряд не притягивает и не отталкивает частицы, но он так дисциплинирует любимы их превращениями, чтобы число барионов не изменилось, чтобы сумма барионных свойств, барионного заряда всех участников процесса сохранилась, независимо от того, у каких частиц эти свойства появятся или исчезнут. В подгруппе барионов есть еще несколько, так сказать, подподгрупп, в их числе нуклоны — две долгоживущие частицы — протон и нейтрон.

## Фрагмент пятый

### КОРОТКО О КВАРКАХ

Долгое время кварки были не более чем теоретическим фокусом, их свойства придумывали и меняли так, чтобы из кварков можно было сложить (разумеется, теоретически, на бумаге) обнаруженные в эксперименте частицы.

Вначале считалось, что кварки бывают трех типов, или, как часто говорят, трех ароматов. За этими словами «тип» кварка, или «аромат», стоят важнейшие свойства, такие же, может быть, важные, такие же значительные, как электрический заряд или масса. Три первых кварка обозначили бук-

вами,  $u$ ,  $d$ ,  $s$ , от английских слов «up» — «вверх», «down» — «вниз» и «strange» — «странный». Затем теоретикам понадобилось иметь пять кварков и даже шесть, так что к первой тройке  $u$ ,  $d$ ,  $s$  прибавилась вторая  $c$ ,  $b$ ,  $t$  от слов «charm» — «очарование», «beauty» — «красота» и «truth» — «правда». Во всех случаях в этих разных названиях отражены разные физические реальности, и смысл слов «красивый» или «странный» не должен вводить в заблуждение — ведь не думаем же мы, что положительный электрический заряд имеет какие-то достоинства, подобно положительному герою пьесы.

У шести типов (ароматов) кварков есть двойники — шесть антикварков, которые, в частности, отличаются обратным знаком электрического заряда. Но и это еще не все — кварков, оказывается, может быть 36 разновидностей. Дело в том, что у кварков есть еще одна важнейшая сущность, еще одно квантовое число, которое по прихоти теоретиков названо цветом. И каждый кварк существует в трех вариантах, обладая разными цветовыми свойствами — их, разумеется, условно называют красным, синим и зеленым. А у антикварков, так сказать, обратные цветовые свойства, их называют бирюзовым, пурпурным и желтым. При объединении кварка с антикварком получается бесцветная система — цвета основной и обратный нейтрализуют друг друга, напоминая электрические «плюс» и «минус». К сожалению, электрической аналогии не хватает, чтобы проиллюстрировать сложение кварковых цветов. Потому что электрический заряд бывает двух сортов, а важнейшая сущность, которую назвали цветом, имеет шесть сортов — три цвета кварков и три антикварков. Причем бесцветность (цветовой ноль) получается не только в системе кварк — антикварк, но и при объединении трех кварковых цветов (красный+синий+зеленый) или трех антикварковых (бирюзовый+пурпурный+желтый). В любой «элементарной» частице кварки собираются так, что в сумме получается цветовой ноль.

И вот, наконец, настал момент сделать важное сообщение — цвет кварков, их цветовой заряд это и есть та самая сущность, которая порождает сильное взаимодействие (как масса гравитацию), в частности ядерные силы. Цветовые заряды сильно стягивают кварки внутри «элементарной» частицы, а снаружи, за ее пределами, цвет уже не ощущается — в целом частица бесцветна, нейтральна. Но если некоторые «элементарные» частицы, например, протоны, сильно сблизить, то произойдет цветовая поляризация — появятся «выпячивания» цветов, своего рода цветные полюсы. И уже сами «элементарные» частицы начнут сильно взаимодействовать цветовыми полюсами — возникнет то, что мы называем ядерными силами. Все это, кстати, очень напоминает электрическое взаимодействие атомов. На значительном расстоянии атом представляется электрически нейтральным — «плюс» ядра скомпенсирован «минусом» электронов. Но если сблизить атомы, то произойдет поляризация («выпячивания») их зарядов, и атомы будут стянуты



электрическими силами, объединены в молекулу.

Все важнейшие сущности, как новые (цвет, аромат), так и старые (спин, заряд и др.), закрепили за кварками так, что пары и тройки кварков дают все многообразие известных ныне частиц. Все мезоны, например, получаются из кварка и антикварка, все барионы — из трех кварков или трех антикварков. У всех кварков спин  $\frac{1}{2}$ , и поэтому, складывая спины, легко получить и целочисленный спин мезонов 0 или 1 и дробный спин барионов  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{2}$ . В ассортименте есть кварк, обладающий странностью, и, если он входит в частицу, у нее тоже появляется эта ВС. Несколько типичных примеров образования «элементарных» частиц из кварков можно найти на нашей цветной вкладке.

Кварковые модели не только хорошо отобрали свойства известных частиц, но и предсказали существование новых. И когда несколько таких предсказанных частиц было обнаружено в экспериментах (см. «Наука и жизнь» № 6, 1981 г.), акции кварковых моделей резко пошли вверх. Сейчас считается, что уже доказана реальность первых пяти кварков и вот-вот подтвердится существование шестого — кварка  $t$ .

Из всего этого не нужно делать вывод, что многоцветие кварков имеет еще один оттенок — розовый, оттенок полного блаженства и благополучия. И что кварки — это какие-то простейшие шарики или кубики, имея которые, даже ребенок мог бы, легко и беззаботно играя, сложить весь наш мир. Дело обстоит не так и даже совсем не так.

#### Фрагмент шестой

#### ГДЕ ГУЛЯЮТ ПОЛСОБАКИ

Начать хотя бы с того, что кварк, оказывается, не окрашен в свой цвет раз и на всю жизнь: внутри «элементарной» частицы кварки непрерывно и очень быстро обмениваются цветами. И соединяются кварки в элементарные частицы не сами — их соединяют, склеивают другие частицы, восемь типов глюонов (от «glue» — «клей»), которые пользуются общей для всего микромира технологией соединения, — кварки непрерывно обмениваются глюонами, перебрасывают их друг другу, чем-то напоминающая теннисистов, которых в игре соединяет, связывает резиновый мячик. Не совсем похожа на привычную нам ВС масса кварка — она, оказывается, сильно зависит от того, в какую частицу он входит, как себя там ведет. О массе кварка вообще трудно говорить, поскольку, как мы вскоре узнаем, кварки выделить нельзя и взвесить их невозможно. Одним словом, тонкостей в кварковых конструкциях немало, о всех о них здесь не расскажешь — не хватит ни журнальных страниц, ни тем более читательского внимания. Но о двух особенностях нынешних кварковых моделей предупредить нужно. Одна из них — дробный электрический заряд.

Всю жизнь самой малой порцией электричества считался заряд электрона, или,

что то же самое, заряд протона — заряды этих частиц различаются лишь неким качеством, как принято говорить, знаком, а количество электричества в них одинаковое. Заряды меньше, чем у электрона (протона), в природе не обнаружены, и естественно, что эта порция электричества считалась неделимой. И вот вам, пожалуйста, чтобы из кварков нормально складывались «элементарные» частицы, электрические заряды у кварков должны быть меньше, чем у электрона (протона), должны быть дробными:  $+\frac{1}{3}$ ,  $-\frac{1}{3}$ ,  $+\frac{2}{3}$  и  $-\frac{2}{3}$ .

Первоначально упоминание о дробях, о частях неделимого заряда просто-таки наводит ужас, сразу же видится что-то вроде собачьего хвоста или лапки, живущих самостоятельной жизнью. Но потом, взяв себя в руки, начинаешь соображать, что перед тобой может быть совсем не твякающий хвост большого пса, а просто маленькая собачка: может быть, самый маленький в мире заряд тот, который мы сейчас обозначим дробью  $\frac{1}{3}$ , а заряд протона — это просто три таких маленьких зарядика. Нужно сказать, что экспериментаторы ищут новые минимальные порции электричества, все еще называемые дробными зарядами, но поиски пока безрезультатны. И это станет понятным, если вспомнить о другой особенности кварковых моделей, получившей мрачное название «конфайнмент» — «заточение».

Дело сводится к еще одному НП, еще одному непривычному процессу — сила, с которой кварки притягивают друг друга, не зависит от расстояния, она всегда одинакова. Это противоречит всему предыдущему опыту: все известные до сих пор силы с расстоянием ослабевают. Чем дальше, например, находятся две массы или два разноименных электрических заряда, тем слабее они притягиваются — это напоминает перевозку груза, который, чем дальше, тем весит меньше, постепенно становится практически невесомым. Другое дело кварки, их аналог — тележка с грузом, который всегда одинаков: сколько кварки ни раздвигай, делать это всегда одинаково трудно. Поэтому энергия, необходимая для раздвигания кварков, возрастает прямо пропорционально расстоянию — здесь все в пределах школьной физики: выполненная работа, а значит, и затраченная на нее энергия, есть сила, умноженная на пройденный путь. И выливается это в такие, например, цифры — чтобы все кварки, содержащиеся в объеме булавочной головки, растащить на расстояние 1 см, нужно затратить энергию, которая в миллионы раз больше того, что вырабатывают за год все электростанции мира. Вот, оказывается, какая могучая сила этот цветовой заряд — грозные ядерные силы, работающие в реакторах и затаившиеся в бомбах, это всего лишь жалкие остатки, хвосты действий цветового заряда.

Взаимодействие кварков отмечено еще одной особенностью с красивым, но тоже не очень радостным названием — асимптотическая свобода. В вольном толковании — это свобода, убывающая по мере того, как ею начинают пользоваться. На очень ма-

лых расстояниях кварки еще могут как-то воляничать, но чем дальше кварк отходит от своих соседей, тем сильнее его тянет назад. Асимптотическая свобода — это свобода горошины, находящейся на дне узкого стакана, или свобода шариков, соединенных пружинкой: на очень близком расстоянии шарики довольно независимы, свободны, но стоит их растащить, как пружина натянется — и прощай свобода. А еще обо всем этом можно было бы сказать житейским афоризмом — «Разлука сближает», но только придуман он скорее всего для утешения, чем для правдивого описания существования дела.

То, что в пределах своей асимптотической свободы кварки могут быть связаны с разной силой, видно на примере мезонов  $\pi$ ,  $J/\psi$ ,  $\psi'$ ,  $\psi''$ ,  $\psi'''$  (семейство чармония), которые все состоят из  $s$  и  $c$  кварков, но из-за разной степени связи между ними имеют разную массу (см. вкладку).

Существует объяснение механизмов конфайнмента и асимптотической свободы, они достаточно сложны. В них важную роль играют цвета, глюоны, сложный вакуум, из которого кварк, если бы он вдруг освободился, тут же добыл бы другой кварк нужного цвета и уже с ним отправился бы в новое заточение.

#### Фрагмент седьмой

### ДЕЛО, НАЧАТОЕ В КОПЕНГАГЕНЕ

Разработкой и исследованием кварковых моделей занимается физика высоких энергий. Это огромная область современной науки, получившая название в честь главного своего экспериментального метода — столкновения частиц в ускорителях. В таких столкновениях частицы разрушаются, соединяются, участвуют в разнообразных тонких превращениях, и, наблюдая за этими процессами, удается добывать информацию о свойствах частиц и их взаимодействиях. При этом, чем выше энергия сталкивающихся частиц (иногда это частица-снаряд, налетающая на неподвижную частицу-мишень, а иногда частицы-снаряды, летящие навстречу — встречные пучки), тем больше подробностей можно узнать о проходившем процессе и его участниках.

В поле зрения физики высоких энергий огромный диапазон проблем, на первый взгляд далеких, но в действительности тесно связанных. Здесь и свойства вакуума, и поведение астрофизических объектов, и одна из наиболее общих фундаментальных проблем — объединение разных типов взаимодействий.

Мы уже говорили, что в мире важнейших сущностей, официально именуемых квантовыми числами, есть своя иерархия, что их роль в природе, их значимость различны. Вплоть до того, что некоторые важнейшие сущности лучше было бы называть просто важными, а иные даже еще скромнее — не сущностями, а свойствами. Вместе с тем четыре ВС — сильный, или, как теперь мы должны говорить, цветовой, электрический, слабый заряды и масса — могут быть

смело отнесены к числу важнейших, так как именно они есть действующее, работающее начало природы, первопричина четырех известных типов взаимодействия.

Но действительно ли эта великолепная четверка — сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное взаимодействия — представляет собой разные процессы, отгороженные непреодолимым барьером? Не может ли случиться, что наш мир держится не на четырех китах-единоличниках, а построен на какой-то одной основе, которая лишь по-разному проявляет себя в разных ситуациях? У нас есть уже неплохой пример, показывающий, что подобное в принципе возможно: эксперименты, которые 160 лет назад выполнил профессор Копенгагенского университета Ганс Христиан Эрстед, продемонстрировали единство совершенно, казалось бы, разных физических сущностей — электричества и магнетизма. Опыт Эрстеда был восхитительно прост: он поднес компас к проводнику, по которому шел ток, и стрелка компаса отклонилась — электричество (ток) порождало магнетизм. Но, подумать только, каким важным началом стал этот простейший эксперимент, это первое открытое единство важнейших сущностей, важнейших сил природы! Единство электричества и магнетизма, доказанное копенгагенским физиком, стало началом глубокого понимания природных процессов — от электромагнитного излучения до химических реакций, началом ценнейших практических дел — от электростанций до компьютера.

Сравнительно недавно обоснована единая природа электромагнитного и слабого взаимодействий, их теперь считают разными проявлениями одного взаимодействия — электрослабого. Теоретики предсказывают, что при очень высоких энергиях, где-то в районе  $10^{14}$  ГэВ, обнаружится единство электрослабого и сильного взаимодействий, произойдет, как его называют, великое объединение, грандоединение. А при энергии еще в сто тысяч раз более высокой (это некая особая величина  $10^{19}$  ГэВ, имеющая даже собственное имя — масса Планка) удастся увидеть единую основу всех четырех видов взаимодействий, включая гравитационное. Пока даже представить себе трудно, как могут быть получены все эти миллионы миллиардов и миллиарды миллиардов ГэВ — энергия сталкивающихся частиц будет во много раз меньше даже в фантастическом ускорителе-космотроне с гигантским кольцом, огибающим земной шар на высоте 1000 километров (чтобы использовать космический вакуум).

Однако недостижимость таких огромных энергий пока еще не омрачает перспектив физики — чрезвычайно важные открытия ожидаются при несравнимо меньших энергиях, в том числе вполне достижимых в недалеком будущем. Так, например, полагают, что уже при энергии  $10^3$  ГэВ = 1 ТэВ (на нынешних ускорителях получена энергия частиц около 0,5 ТэВ, в будущем серпуховском комплексе УНК она достигнет 3 ТэВ) исследователи выйдут на просторы новой физики, встретятся, в частности, с



новым видом сильного взаимодействия, отмеченного даже особым названием — «техницвет». Здесь могут появиться неизвестные пока типы частиц, например, техникварки и техниглюоны, из которых составлены чрезвычайно тяжелые техниадроны. А может быть, даже обнаружатся составные кварки и лептоны, которые пока представляются истинно элементарными, неделимыми.

Впрочем, все это пока лишь теоретические наброски, которым в поисках истины еще предстоит вступить в сложные взаимодействия с другими теоретическими моделями и, конечно же, с экспериментом.

### Фрагмент восьмой ОТКУДА МЫ ЗНАЕМ ТО, ЧТО ЗНАЕМ

«А почему вы думаете, что кварки реально существуют? Вы что, их видели, эти кварки?» — такие вопросы, как правило, задаются в той же тональности, что и недавние: «Вы что, их видели, эти атомы?» или «Вы что, их видели, эти молекулы?». С атомами и молекулами теперь все в порядке — электронный микроскоп показал их, как говорится, живьем. Но при этом радостное «вижу!» практически не сделало вклада в формирование наших представлений о микромире — вместо прямого созерцания физика пользуется совсем иной технологией добывания информации об устройстве атомных машин. Эта технология позволила в мельчайших подробностях увидеть молекулы, не имея возможности на них посмотреть, увидеть атом, его ядро, ядерные частицы.

Один из главных технологических приемов состоит в том, что фрагменты конструкции микромира воссоздаются по результатам отвлеченного, казалось бы, физического эксперимента, а из таких фрагментов потом уже складывается целостная картина. Примером могут служить работы Резерфордовских времен, сделавшие первые штрихи в портрете атома. Вот первая: радиоактивное излучение пропускают между полюсами сильного магнита, оно расщепляется и регистрируется на чувствительной пластинке уже не в одном месте, а в трех областях. Одна из них находится там же, где была до появления магнита, две другие смещены от нее в противоположные стороны. И вывод — излучение состоит из трех составляющих: у одной — положительный электрический заряд, у второй — отрицательный, у третьей заряда нет. А вот другой опыт великого Резерфорда: на тончайшую фольгу направлен пучок протонов и отмечено, что большинство этих снарядов беспрепятственно проходит сквозь фольгу, но некоторые, как бы наткнувшись на что-то, возвращаются обратно или рассеиваются, разлетаются под разными углами. Из этого следовало, что вещество, в данном случае фольга, в основном состоит из «пустоты», сквозь нее протоны пролетают легко, но есть в веществе небольшие массивные сгустки, от которых протоны отскакивают. С этого эксперимента и начался путь к модели атома с массивным положительно заряженным ядром.

В летописи экспериментальной физики сотни великолепных работ, которые как бы мельчайшими штришками детально и точно нарисовали огромные полотна «Молекула», «Атом», «Ядро».

«Но существуют ли надежные эксперименты, подтверждающие кварковую модель?» — вправе спросить читатель, насколько не стесняясь своего нетерпения.

Таких экспериментов, оказывается, вполне немало. Об одном мы уже упоминали: обнаружено семейство довольно тяжелых мезонов — семейство чармония, которые, согласно расчетам, вполне соответствуют разным состояниям частицы, образованной из кварков  $s$  и  $\bar{s}$ . В другом известном эксперименте исследовался характер рассеивания электронов на протоне, и обнаружилось, что протон ведет себя совсем не так, как однородная частица с одинаковой плотностью во всем объеме. Оказалось, что в протоне есть значительные сгущения, области высокой плотности, он как бы состоит из отдельных частей. Их в свое время называли партонами — от слова «part» — «часть» (осторожно, не запутайтесь в названиях — протон состоит из партонов), а позже пришли к выводу, что, обнаружив партоны, экспериментаторы, по сути дела, нащупали кварки внутри протона.

Наконец, еще один эксперимент, из самых свежих. Столкновение электрона с позитроном и их аннигиляция могут завершиться рождением пи-мезонов, пионов. Утверждается, что процесс идет через стадию рождения пары кварк — антикварк,  $u\bar{u}$  или  $d\bar{d}$ , и каждая из этой пары частиц порождает некоторое количество пи-мезонов, как принято говорить, дает пионную струю. Начало и конец процесса известны давно, пионные струи при аннигиляции электрона с позитроном регистрируются надежно и точно. Но как доказать, что на промежуточной стадии появляются и исчезают кварки?

При высокой энергии столкнувшихся частиц (электрон и позитрон) родившиеся кварк и антикварк разлетаются с околосветовой скоростью. По своему внутреннему времени они живут, как обычно, очень мало, примерно  $10^{-24}$  с, но по часам внешнего мира из-за высокой скорости время жизни кварков заметно увеличивается — это явление, хорошо известное в теории относительности, один из вариантов «Парадокса близнецов». В итоге кварк успевает улететь довольно далеко от антикварка, соединиться друг с другом они уже не могут, и кварк добывает себе пару во внешнем мире, в вакууме. Из этой новой пары как раз и рождается один из пионов будущей пионной струи (антикварк делает то же самое, но он летит в другую сторону и туда же направлена его пионная струя). Остальные пионы струи появляются из-за того, что кварки рождаются только парами кварк — антикварк, и если один из членов этой бригады будет похищен, второй тоже «найдет себе другого» и тоже родит с ним пион (так будет продолжаться до тех пор, пока очередной покинутый кварк не наткнется на кого-нибудь из наследников ан-

тикварка, родившегося в самом начале). При этом в пары могут объединяться разные кварки и пионы тоже будут получаться разные — положительный  $\pi^+$ , отрицательный  $\pi^-$  и нейтральный  $\pi^0$ . У каждого заряженного пиона заряд, конечно, целый,  $+1$  или  $-1$ , и по отдельному пиону не определишь, кто его породил — кварки или нечто иное. Однако можно доказать, что суммарный заряд всех пионов, подсчитанный для нескольких событий (столкновений), должен быть равен исходному — заряду кварка (или антикварка), с которого начинались пионные струи. И вот измерения показали — суммарный заряд пионной струи в среднем равен  $2/3$  или  $-1/3$ . Более того — если одновременно регистрируются пионные струи, летящие в противоположных направлениях, то есть рожденные одна кварком, а вторая антикварком, то в среднем заряды их будут  $+2/3$  и  $-2/3$  или  $+1/3$  и  $-1/3$ . Ну как после этого не думать о реальности частиц с дробным электрическим зарядом, о реальности кварков?

Когда пытаешься рассказать о нынешней Большой Физике, о том, что довелось услышать от исследователей, узнать в лабораториях, то всегда испытываешь какую-то неудовлетворенность — в рамках предельно упрощенного изложения существа дела, видимо, не удастся показать его масштабы, сложность проблем, трудность добывания истины. Вот промелькнуло сейчас несколько микрорассказов о физических экспериментах, но их, эти рассказы, непременно нужно было бы дополнить описанием нынешних экспериментальных установок, этих гигантских тысячетонных дредноутов, обросших бесчисленными проводами и трубопроводами, напичканных сложнейшей электроникой и виртуозно отлаженной измерительной аппаратурой. Нужно было напомнить, что серьезный эксперимент готовят большие коллективы, иногда сотни людей. Что подготовка занимает годы и никто не дает при этом гарантии на успех. И что сама возможность эксперимента нередко определяется не физиком, а совсем другими людьми, например, создателями ускорителя.

Вот одна лишь иллюстрация, одна из многих возможных. Считается, что ключевым, этапным событием в физике высоких энергий стало бы обнаружение предсказанных теорией, так называемых промежуточных векторных бозонов —  $W$  и  $Z$ . Эти гипотетические частицы организуют (переносят) слабое взаимодействие, как фотоны — электромагнитное или глюоны — сильное. Масса у бозонов ожидается огромная — 80 и 90 ГэВ, почти в 100 раз больше, чем у протона. А для рождения частиц с большой массой как раз и нужны ускорители с высокой энергией частиц-снарядов — чем выше энергия, тем больше эквивалентная ей масса. До энергии рождения промежуточных бозонов как будто недалеко, ее в принципе можно получить на уже построенных машинах. Но какую же огромную невидимую миру работу должны прокрутить экспериментаторы, чтобы это «в принципе можно» превратилось в надежно работающие установки.

К великому сожалению, работа физика-теоретика тоже не очень-то видна в популярном рассказе о физике, хотя в трудном деле добывания истины теоретик, если не первое, то уж, во всяком случае, и не второе лицо. (Этой шуткой хочется отметить бессмысленность и бестактность сопоставления роли теоретика и экспериментатора — это было бы похоже на обращение к ребенку с запрещенным вопросом: «Кого ты больше любишь — маму или папу?») Теоретик напоминает следователя, который по нескольким второстепенным уликам должен раскрыть сложное преступление. Или конструктора, который по нескольким имеющимся у него деталям должен воссоздать чертежи сложной машины. Или, наконец, художника, пробующего по нескольким поставленным на бумаге точкам нарисовать портрет человека, которого никогда не видел. Вот так же и физик-теоретик из нескольких экспериментальных фактов пытается создать свою версию, свой портрет, свою конструкцию какой-нибудь невидимой физической сложности. Все, что мы сегодня твердо знаем о микромире, непременно проверялось в эксперименте, но добывались наши знания еще и в экспериментах мысленных, на великолепных сооружениях, которые называются теоретическими моделями.

Работа теоретика требует большого напряжения духовных и физических сил, умения в мыслях ворочать целыми мирами, из мертвых математических символов лепить живую, работающую физику. И все это опять-таки без гарантий на успех — как могут быть гарантии, когда отправляешься в неизвестность. Не раз бывало, что, столкнувшись с неподкупным судом эксперимента, рушились красивейшие теоретические построения и, наоборот, получало подтверждение то, что поначалу казалось неправдоподобным. За примером далеко ходить не нужно. Семнадцать лет назад два теоретика, Мэррей Гелл-Ман и Джордж Цвейг, независимо, находясь даже на разных континентах — один в Америке, другой в Европе, — сделали попытку представить элементарные частицы, состоящими из трех более мелких деталей. Один из физиков назвал эти детали кварками, другой — тузами. Поначалу казалось, что первые контуры кварковых моделей — это не более чем теоретический фокус, и говорят даже, что серьезные журналы отказались напечатать работы, в которых фигурировали тузы и кварки с дробными зарядами. Но вот проходили годы труда многих теоретиков, в том числе и советских, идеи кваркового микромира превращаются в стройную и убедительную теорию — квантовую хромодинамику, получающую одно экспериментальное подтверждение за другим. Число физиков, признавших кварки реальностью, быстро увеличивается, и, как утверждают осведомленные люди, пару лет назад признал себя побежденным последний скептик из числа квалифицированных специалистов.

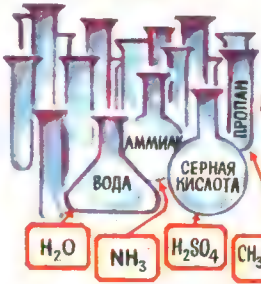
Так что и нам уже, видимо, пора вносить поправки в свои представления о конструкциях микромира.



СОТНИ ТЫСЯЧ  
ХИМИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ

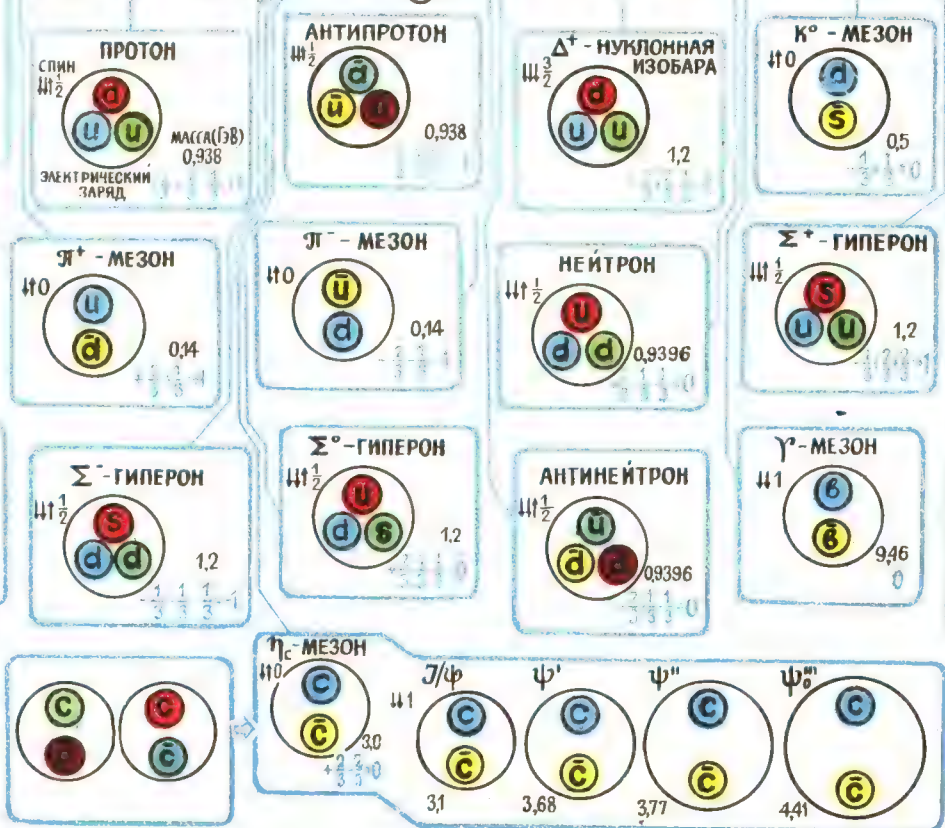
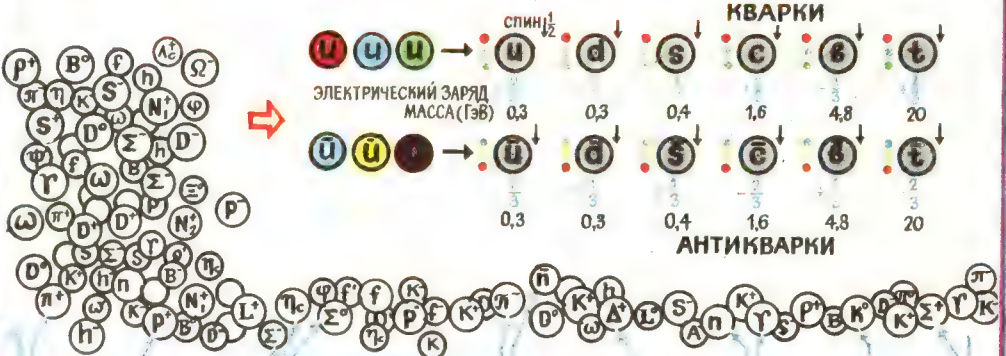
107 ЭЛЕМЕНТОВ

ТРИ  
ОСНОВНЫЕ  
ЧАСТИЦЫ



ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
I	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
II	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
III	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IV	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

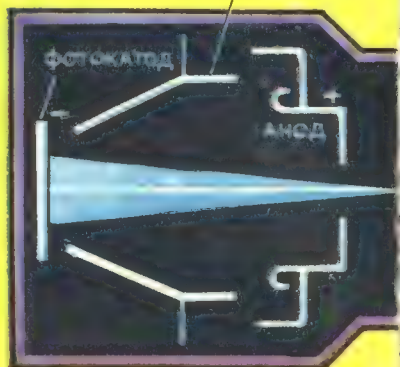
- ПРОТОН,  $p^+$
- НЕЙТРОН,  $n$
- ⊖ ЭЛЕКТРОН,  $e^-$



# ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИЙ



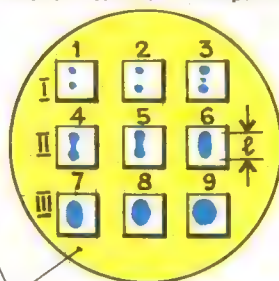
ФОКУСИРУЮЩАЯ СИСТЕМА



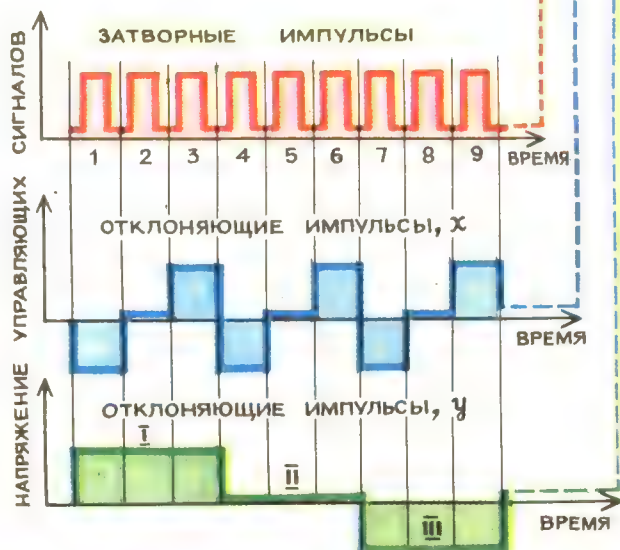
Проверка временного разрешения фотохронографической камеры «Агат» с помощью ультракоротких импульсов лазера.



Схематическое изображение



ЭКРАН ЗОПА

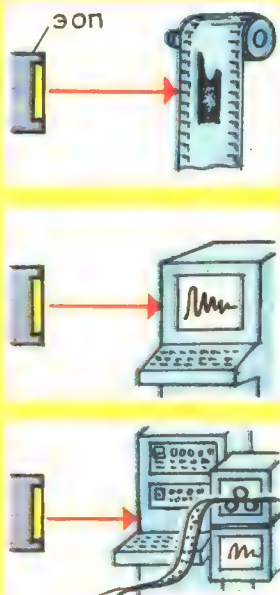
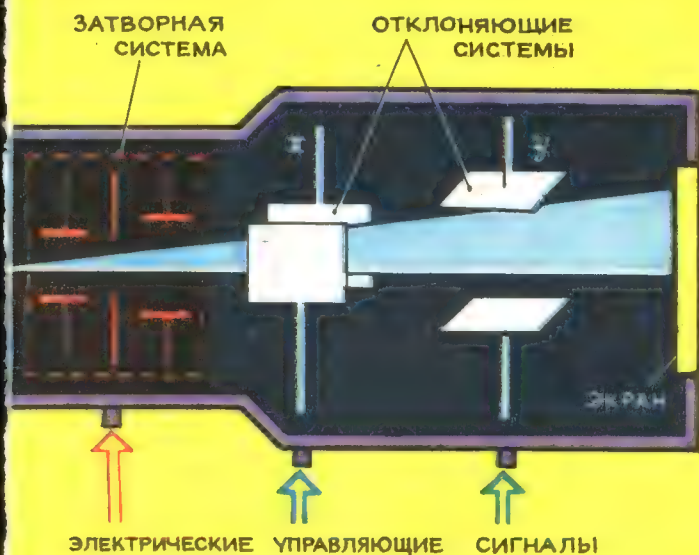


ПОКАДРОВАЯ СЪЕМКА

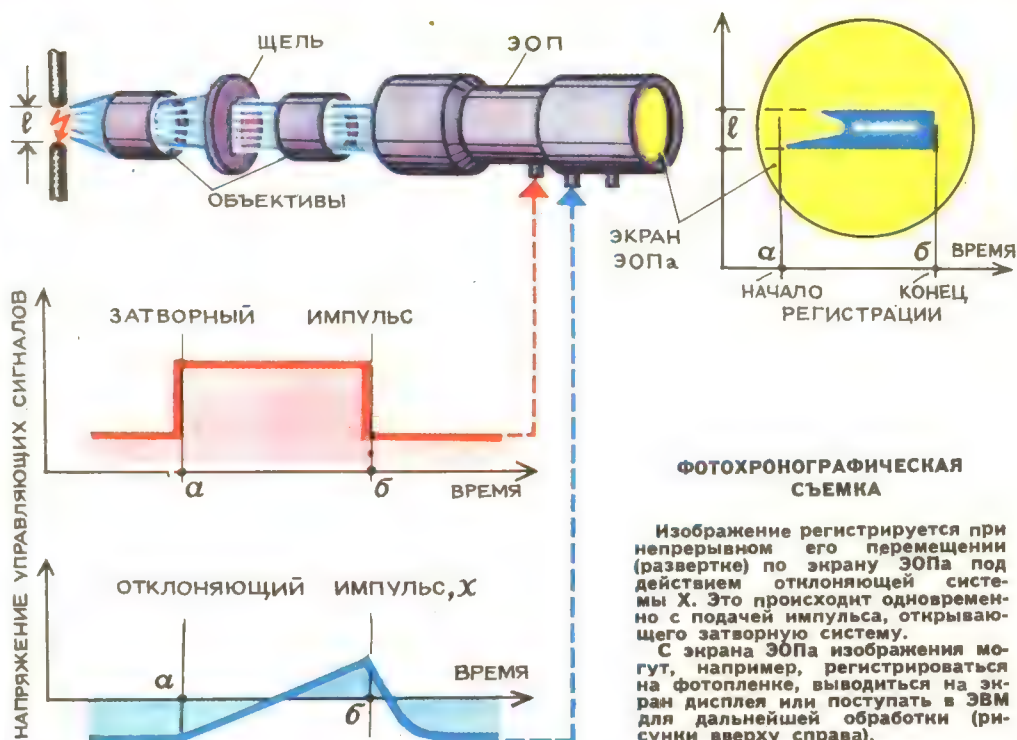
Регистрация неподвижного изображения на экране ЗОПа происходит в те короткие промежутки времени (1—9), когда затворная система отскакивает под действием управляющих импульсов. Перед подачей каждого затворного импульса происходит смещение кадра на экране с помощью отклоняющих систем X и Y. Отклоняющая система X формирует строку нескольких кадров, например трех. Затем система Y смещает изображение на следующую строку, и снова система X формирует строку и т. д.



# ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭОП (См. статью на стр. 2.)



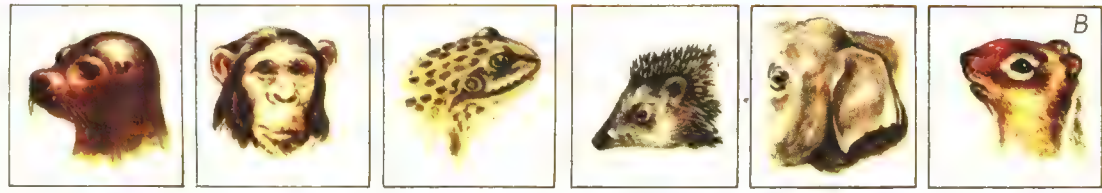
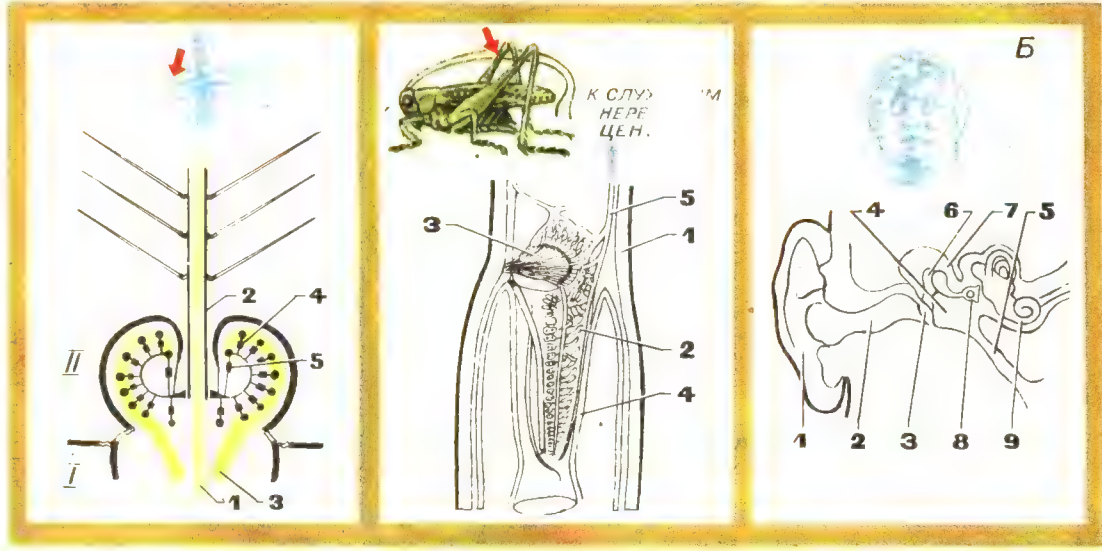
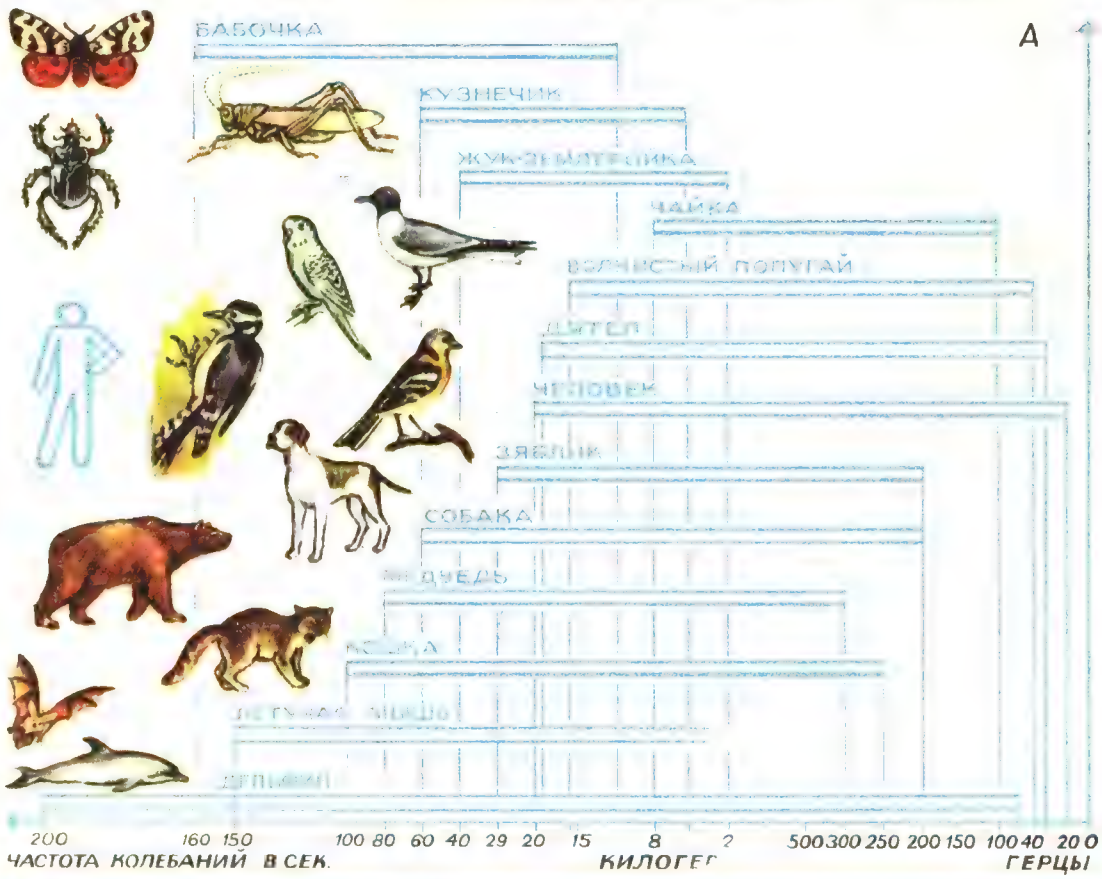
внутреннего устройства ЭОПа.



## ФОТОХРОНОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Изображение регистрируется при непрерывном его перемещении (развертке) по экрану ЭОПа под действием отклоняющей системы X. Это происходит одновременно с подачей импульса, открывающего затворную систему. С экрана ЭОПа изображения могут, например, регистрироваться на фотопленке, выводиться на экран дисплея или поступать в ЭВМ для дальнейшей обработки (рисунки вверху справа).

# ОРГАНЫ СЛУХА И ГРАНИЦЫ ВОСПРИЯТИЯ ЗВУКА





# ЖИВОЙ МИР ЗВУКОВ

НАУКА И ЖИЗНЬ

## ИНТЕРВЬЮ

На вопросы журнала отвечает лауреат Ленинской премии академик АМН СССР  
**Н. А. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ.**

Беседу ведет специальный корреспондент  
журнала «Наука и жизнь»  
**И. ГУБАРОВ.**

— В начале беседы, Николай Александрович, определим для неискушенного читателя область медицины, носящую столь сложное название — оториноларингология. Что прежде всего волнует сегодня врачей вашей специальности?

— Говоря о нашей триединой области медицины («ото» по-латыни означает ухо, «ларингс» — гортань, горло, «ринос» — нос; отсюда и название области медицины, отвечающей за здоровье этих органов, — оториноларингология), следует избегать противопоставлений. Еще раз подчеркиваю: ухо, горло и нос — содружество не только тесное, но и взаимное. Да и как сказать иначе, если их связывает соседство, «территориальный фактор», общая ответственность перед жизненно важными центрами — головным мозгом, легкими, близ которых они расположены, наконец, работа сообща: деятельность каждого из них в высшей степени важна для нормального функционирования других.

И все же для нас, медиков, «первой среды равных» остается проблема слуха. Глаз и ухо поставляют нам почти всю информацию о внешнем мире, служат основой для коммуникации, общения людей. Едва слышное попискивание малыша поднимает с постели спящую мать, как бы она ни была утомлена: слух ее бодрствует и во сне. Сигнал о грозящей опасности, многоголосье весеннего леса, бесценные минуты наслаждения музыкой... Переоценить роль слуха невозможно.

Потому все съезды и конференции по оториноларингологии неизменно начинаются с докладов по проблеме слуха, статьями о болезнях уха открываются специальные медицинские журналы. И я, как видите, на ваш вопрос отвечаю без промедления и однозначно: да, в оториноларингологии можно говорить о проблеме слуха как о важнейшей медицинской и социальной проблеме.

— Так оцениваете проблему слуха вы, врачи. А как относятся к своему слуху ваши потенциальные пациенты?

— В отношении наших реальных и потенциальных пациентов к своему недугу наблюдаются крайности, которые не только вредят им самим, но очень мешают и врачам.

— Какие же это крайности?

— Беспочвенный оптимизм: потеря слуха — дело не смертельное, «на мой век хватит», неблагополучно-де с одним ухом — есть другое про запас. И неоправданный пессимизм: «теперь жизнь кончена», «кому я нужен»...

В первом случае прозрение наступает, как правило, когда потеря налицо и помочь больному поздно.

Кстати, заблуждается тот, кто считает, что второе ухо — надежный дублер. Если упустить время, оно может быть втянуто в болезненный процесс без видимых «собственных» причин.

А. Восприятие звука вызывается колебанием воздушной или иной среды.

Колебания на частотах, воспринимаемых человеческим ухом, принято называть звуком, колебания на более низких частотах — инфразвуком, на более высоких — ультразвуком.

Способность воспринимать звуковые колебания различна у разных живых существ. Насколько велики эти различия, показано на верхней части вкладки (область максимальной чувствительности на диаграмме заштрихована).

Б. Звукопринимающие системы — слуховые органы, которыми обладают различные представители животного мира, бесконечно разнообразны, но все они строго специализированы, тонко и точно приспособлены к восприятию звуков. К примеру, у комаров для этой цели служит так называемый джонстонов орган, расположенный у основания усиков-антенн. Выглядит он следующим образом: I — первый членик антенны, II — второй членик, 1 — антеннальный нерв;

2 — жгутик антенны с волосками; 3 — нерв джонстонова органа; 4 — наружные звукопринимающие комплексы клеток, так называемые хордотональные сенсиллы.

Весьма сложно устроены слуховые органы кузнечика. На схеме: 1 — внешний покров (кутикула); 2 — нейроны; 3 — так называемый подколенный орган, состоящий из множества высокочувствительных клеток — сенсилл; 4 — тимпанальная мембрана («барабанная перепонка» кузнечика); 5 — слуховой нерв.

Ухо человека (схема): 1 — ушная раковина; 2 — наружный слуховой проход; 3 — барабанная перепонка; 4 — полость среднего уха; 5 — слуховая (евстахиева) труба; 6 — молоточек; 7 — наковальня; 8 — стремечко; 9 — улитка.

В. Внешний вид органов слуха у различных видов животных, слева направо: тулень, шимпанзе, лягушка, еж, слон, бурундук.



Академик АМН СССР Н. А. Преображенский.

Не меньшее зло—апатия, хандра человека, подавленного недугом. Но так ли уж все безнадежно? Обратимся к примерам, ставшим классическими.

Великий Бетховен чрезвычайно тяжело переживал ухудшение слуха. Его дневниковые записи, письма к друзьям полны отчаяния. Однако в самые тяжелые годы, когда надвигающаяся глухота становилась неотвратимой реальностью, композитор недугу вопреки создает Девятую симфонию—гимн оптимизма и надежды. В единоборстве с болезнью победил Человек.

В детстве почти лишился слуха замечательный ученый К. Э. Циолковский, но не сдал из-за этого ни единой жизненной позиции. Он окончил гимназию, университет, вел преподавательскую деятельность и создал гениальные, поражающие нас, потомков, труды по космонавтике.

Актер Малого театра А. А. Остужев, потеряв слух, не оставил сцены. Его имя продолжало украшать афишу: выучивая роли наизусть, не прибегая к помощи суфлера, он играл Чацкого и Антония, Отелло и Уриэля Акосту, и как играл!

На склоне лет, вспоминая биографы, изобретатель Эдисон на вопрос, не мешала ли глухота ему работать, обычно отвечал: «Нисколько, я даже избежал от необходимости выслушивать множество глупостей...»

— **Что известно современной медицине о причинах, ведущих к снижению и потере слуха?**

— Прежде всего причин таких, к сожалению, немало. Многие из них еще не раскрыты. До сих пор, к примеру, ждет своего исследователя тайна отосклероза — «загадочного сфинкса», названного так в свое время именно из-за неясного, а точней, невыясненного происхождения.

В ряде случаев ситуации, ведущие к ухудшению слуха, удалось хорошо изучить. Так, мы многое знаем об осложнениях скарлатины, кори, дифтерии, свинки и некоторых других инфекционных болезней, влияющих на слух. Благодаря достижениям медицины нарушений слуха в таких случаях стало в 5—6 раз меньше, чем 25—30 лет назад. Правда, нам пришлось столкнуться здесь со знакомой ситуацией. Помните, что произошло в большой медицине

вслед за победой над опасными инфекциями? Отступив, они отдали свое место сердечно-сосудистым недугам, злокачественным новообразованиям.

— **И на смену одним проблемам пришли другие?**

— Увы, да. В нашей области медицины возник целый комплекс проблем: «ЛОР-болезни и сосуды», причем сосудистые нарушения, угрожающие слуху, с лихвой восполнили то, что удалось отвоевать у послеинфекционных осложнений. В оториноларингологии враг № 1 сегодня тот же, что и в терапии,— атеросклероз и другие сосудистые нарушения, остеохондроз. Правда, если у терапевтов, ведающих всей сосудистой системой организма, своеобразной «зоной риска» считаются коронарные сосуды, питающие сердечную мышцу, то для нас такой «зоной» стала сеть артерий, снабжающих кровью слуховой нерв и внутреннее ухо. Эта сеть, пронизывающая толщу височной кости, сравнительно невелика. Сосуды здесь почти не сообщаются между собой, а потому любой спазм, любое нарушение их проходимости чревато кислородным голоданием и, следовательно, угрожает вывести из строя органы слуха.

— **Догадывается ли человек в таких случаях о надвигающейся беде?**

— Чаще всего да. Организм сигнализирует об этом достаточно четко: среди полного, как принято говорить, здоровья внезапно понижается восприятие звуков, появляются ощущения шума или звона в ушах. Грозные симптомы. Они вполне сравнимы с такими проявлениями стенокардии, как боли в области сердца, за грудиной, когда человек срочно принимает нитроглицерин и вызывает врача.

Своего «нитроглицерина» у ларингологов пока еще нет, но методы экстренной помощи при таких состояниях разработаны. Важно лишь обратиться к специалисту не мешкая, чтобы оставленные без контроля нарушения не привели к своего рода инфаркту уха...

До сих пор мы говорили о причинах, в той или иной мере подвластных медицине. Ведь даже с отосклерозом хирурги-ларингологи ведут сегодня успешную борьбу. Есть, однако, ситуации, когда человек сам распоряжается обстоятельствами, связанными с ухудшением слуха, и когда он логике вопреки поступает, прямо скажем, не лучшим образом.

— **Вы имеете в виду...**

— ...отношение к внешнему шуму. Тема эта настолько значительна, что на ней надо остановиться несколько подробней.

В последнее время о шуме говорят и пишут очень много. Многочисленные выступления на эту тему надо рассматривать как слагаемые единого наступления на шум, которое ведется во всем мире. Борьба с шумом не кратковременная кампания или дань моде: дело слишком серьезно. Настойчиво напоминают специа-



листы об издержках, об ущербе, которыми угрожает шум человеку.

— Но ведь говорят и о пользе шума, о том, например, сколь тягостны ощущения человека, побывавшего в обеззвученной сурдокамере.

— Больше того, в древности на Востоке пытка такая существовала — пытка тишиной, когда преступника заточали в «башню молчания». Но это не противоречит сказанному. Ведь слух — функция организма. Нормальные нагрузки: шелест листьев, пение птиц, рокот морского прибоя — эту функцию поддерживают и тренируют. Их отсутствие вызывает дискомфорт, недомогание. Перегрузки могут оказаться вредными и даже нанести непоправимый ущерб.

Ну хотя бы в такой ситуации: человек, весьма далекий от музыки, обзаводится транзисторным радиоприемником и... начинает слушать все подряд: эстраду, симфонические концерты. Под звуки, громкие и для соседа за стеной, нередко засыпает. Не расстается с приемником на прогулке — кто не встречал его, на свою беду, в подмосковном лесу, на пляже, в горах Кавказа?

Сплошь да рядом молодые мамы и папы подкладывают этот «музыкальный наркотик» в коляску малышу, да так и гуляют часами, укутанные звуковым шлейфом, в то время как спит их ребенок...

— тоже страдающий от шума!

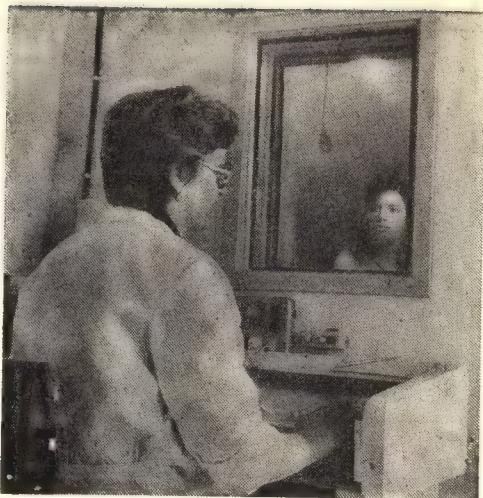
— Конечно же! Для младенца тишину и покой можно сравнить с чистым воздухом, ради которого и совершается прогулка.

Но пойдем дальше. Привыкнув к постоянному звуковому допингу, такие люди стремятся найти его всюду. И находят: в зоне отдыха, в парке культуры, в пансионате, в санатории. Причина? Как правило, они помоложе, понастойчивей, и, что греха таить, им идут навстречу. Обычный уровень громкости их не устраивает, даешь век ХХ! И кованные ритмы современных ансамблей, усиленные могучими динамиками, заполняют собой горные ущелья, просеки сосняков и дубрав. Это и есть, как говорят сегодня, «шумовое загрязнение атмосферы».

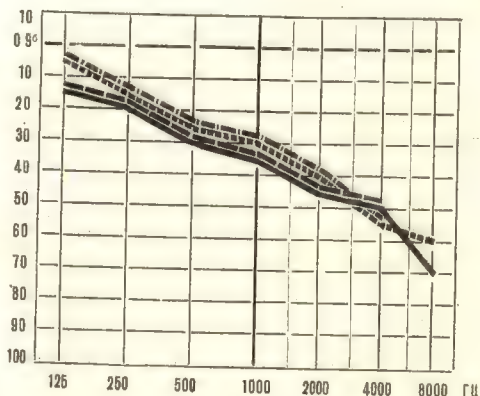
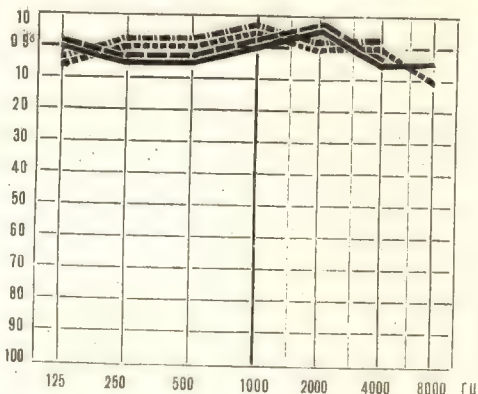
— Какова же физиологическая оценка и какова цена всех этих звуковых перегрузок?

Наше ухо — удивительно сложный, точный и в то же время уязвимый прибор. Обычную для любого учебника физики фразу «человек слышит в пределах от 16 до 20 000 герц» я трактовал бы так: наш орган слуха можно уподобить весам, которые с одинаковой точностью способны определить вес комара и бегемота. И вот на чаше столь совершенных весов оказывается двух-трехкилограммовая «гиря» дополнительных шумовых нагрузок. Какие «весы» сохраняют при этом точность?

Изнашивают перегрузки и нежные, так называемые волосковые клетки, которые принимают в недрах внутреннего уха звуковые волны и преобразуют их в сигнал информации для передачи в соответствующие центры головного мозга. Воз-



Аудиометрическая лаборатория. Здесь исследуют слух. У пульта врач, подающий звуковые и шумовые импульсы разной тональности, за стеклом звуконепроницаемой кабины — больной. Реагируя на звуки, появляющиеся в наушниках, он сигнализирует, нажимая на кнопку: «...слышу, ...слышу, ...слышу».



Графики остроты слуха — аудиограммы, полученные во время обследования. Вверху — аудиограмма здорового человека, внизу — больного невритом: кривая, резко уходящая вниз, свидетельствует о значительной потере слуха.





мощности, или, как говорят специалисты, энергетический потенциал, этих клеток под действием «гирь»-перегрузок истощаются.

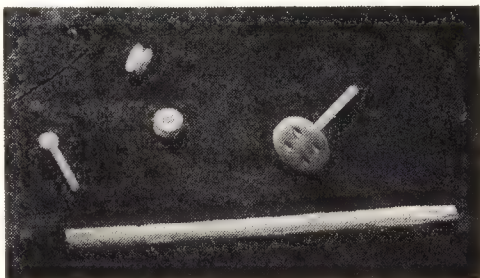
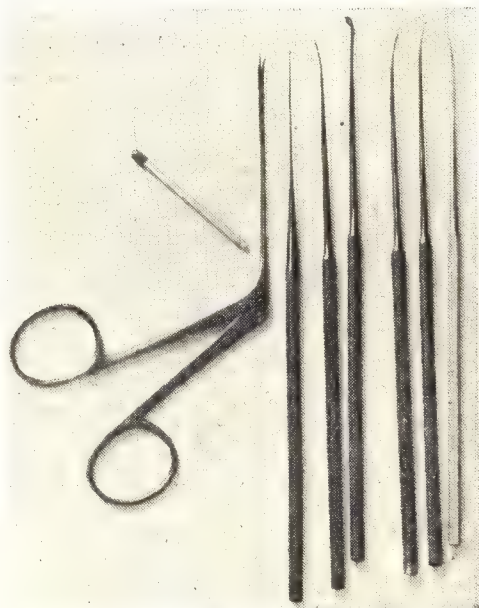
Происходит следующее. После значительного звукового натиска мы испытываем ощущение некоторой оглушенности. Стоит отдохнуть, выспаться как следует, провести некоторое время в тишине, и наш слух снова в полной боевой готовности.

Идет операция. Хирургический микроскоп — неперенная принадлежность современной ушной клиники.

(Именно поэтому так важен полноценный отдых ночью, тишина профилактория, дома отдыха, санатория!) А при частом воздействии и недостаточной компенсации энергетических потерь утомление волосковых клеток накапливается.

Расплата за неумеренные шумовые нагрузки неизбежна, если нет, повторяю, достаточной компенсации, полноценного отдыха. Оглушенность, о которой шла речь, проявляется все чаще, а со временем становится и постоянной. Все чаще мы просим собеседника говорить погромче, все чаще поворачиваем до отказа звуковой регулятор телевизора. А это уже симптомы

Рядом с современными отохирургическими инструментами даже обычная спичка выглядит внушительно (на фото слева); в сравнении с шунтами и тefлоновым поршнем спичка — просто гигант.





тугоухости, столь характерного для конца XX века расстройства слуха.

Сравнительно недавно нарастание таких явлений с возрастом считалось закономерным. Но вот специалисты начали исследовать слух пожилых людей, живущих в горах, пустынях, тропиках — там, где шумовые перегрузки — издержки цивилизации — практически отсутствуют. И что же? Оказалось, что по остроте слуха они не уступают молодым горожанам...

#### — Ваши рекомендации?

— Активизировать борьбу с нарушителями звукового режима. В нашей стране для решения этой проблемы, имеющей огромное социальное и медико-биологическое значение, существуют все возможности. Об этом прямо говорит статья 24 «Основ законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении», посвященная мерам предупреждения, снижения интенсивности и устранения шума в производственных, жилых и общественных зданиях, на улицах и площадях городов и других населенных пунктов.

Особое внимание режиму покоя и тишины должно быть уделено там, где компенсируются слуховые затраты. Я имею в виду места массового отдыха — от парка культуры до пионерлагеря и санатория.

Ключи от радиорубки, равно как и портативная транзисторная радиотехника, должны храниться здесь наравне с сильнодействующими лекарствами группы «А»; нарушения тишины следует преследовать по всей строгости санаторного режима.

— 60-е годы нашего столетия стали переломными в борьбе с глухотой. Впервые в истории медицины врачи научились возвращать слух больным, заменяя во время хирургической операции пораженные отосклерозом слуховые косточки протезом из синтетического материала — тефлона. Одним из первых в нашей стране вы, Николай Александрович, принимали участие в разработке таких операций. Какова судьба этого метода сегодня?

— Он прошел, как принято говорить, испытание временем и применяется в клини-

ческой практике очень широко. Такие операции ныне делают не только в Москве, Киеве, Ленинграде, как это было в 1965 году, но и в Куйбышеве, Владивостоке, Петрозаводске, Ташкенте, Новосибирске — более чем в 100 городах страны.

Слух, возвращенный хирургами, как показывают проверки, остается практически на том же уровне, что и до заболевания, причем многие из наших пациентов, перенесших операцию, вернулись к профессиям достаточно шумным. Один из них снова играет на трубе в симфоническом оркестре, другие опять работают на аэродроме в группе технического обслуживания авиалайнеров, на автозаводе, на текстильном комбинате.

Не остался неизменным и сам метод: совершенствуется хирургический микроинструментарий, расширяется диапазон материалов, применяющихся здесь наряду с тефлоном. Сегодня больным устанавливаются поршни-протезы из тантала, нержавеющей стали, платины и других материалов.

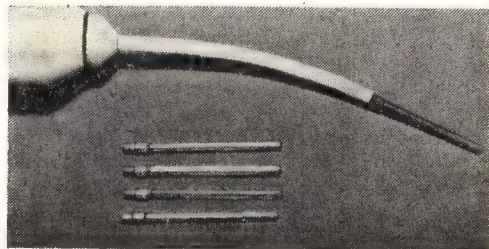
Ну, а из недавних наблюдений, которые могут вызвать определенный интерес, можно отметить такую глубинную генетическую предрасположенность: среди женщин, которые, как известно, болеют отосклерозом чаще мужчин, этот недуг поражает в первую очередь голубоглазых блондинок.

— Какие еще причины вызывают ухудшение слуха, и как с ними борется медицина?

— В последние годы появились новые методы лечения отита — воспаления среднего уха.

С отитом знакомы, к сожалению, очень многие. И не случайно, ведь среди причин, вызывающих его, — осложнения такой массовой инфекции, как грипп, хронические заболевания носа и глотки, аллергия.

Так оперируют криохирурги. В руках врача — криоаппликатор, заполненный жидким азотом (температура — 195°C). Легкое прикосновение — и ткань заморозлена: скальпель здесь заменяет холод. Аппликатор (фото внизу) разработан инженером Б. А. Комаровым совместно с группой специалистов клиники уха, горла и носа 1-го ММИ имени И. М. Сеченова.





Очень часто все кончается благополучно: выручают защитные силы организма, вовремя проведенный курс лекарственного лечения, тепловые процедуры. Но бывает и наоборот — болезнь прогрессирует.

И вот при экссудативной форме отита (за барабанной перепонкой начинает скапливаться светлая жидкость — экссудат) появляется ощущение «тяжести» в ухе, снижается слух.

До наступления эры микрохирургии существовал лишь один метод лечения в таком случае — прокол барабанной перепонки. Жидкость удаляли, и больной сразу чувствовал облегчение, к сожалению, ненадолго, пока не смыкались края ранки-прокола. Со временем жидкость в барабанной полости становилась все более вязкой, появлялись рубцы и спайки, слуховые косточки теряли подвижность, а снижение слуха прогрессировало.

Сравните это с положением дел сегодня: больному экссудативным отитом под контролем микроскопа тонко и точно рассекают барабанную перепонку, отсасывают экссудат, а в отверстие вводят так называемый шунт — миниатюрную «катушечку» из синтетика тефлона с отверстием в центре. «Катушка»-шунт краями закрепляется в отверстии барабанной перепонки и остается здесь на необходимый срок, будь то неделя или месяц. Через шунт продолжают удалять экссудат, нагнетают антибиотики и дезинфицирующие растворы, а также воздух, обеспечивая вентиляционный эффект. Лечение шунтированием обычно в короткий срок приводит к выздоровлению.

Другой пример, характеризующий достижения современной оториноларингологии, — лечение хронического гнойного отита.

По результатам эту форму заболевания, вызываемую гноеродными бактериями — стафилококками, синегнойной палочкой, микрогрибами, можно сравнить со стихийным бедствием: в процесс вовлекаются ткани среднего уха, разрушаются, гибнут

слуховые косточки, катастрофически падает слух.

Не так давно и здесь существовал лишь единственный метод лечения — обширная радикальная операция, во время которой врач иссекал, удалял пораженные ткани. Он старался очистить все вокруг настолько, чтобы предотвратить распространение воспалительного процесса.

На месте операции оставалась внушительных размеров полость, потери слуха были значительными, до полной глухоты, а эффект лишь временным. Очень часто через несколько лет ушедший вглубь воспалительный процесс вспыхивал с новой силой, и операцию повторяли, иногда неоднократно, с интервалом в 3—5 лет, постепенно расширяя очищаемый участок. Более чем неприятная перспектива для больного, но выбора не было: или радикальные операции, или угроза менингита.

В наши дни тактика лечения гнойного хронического отита в принципе сравнима с прежней. И сегодня во время операции такого рода мы сверлим, буравим, скалываем слои костной ткани, освобождая неповрежденные участки от последствий воспалительного процесса. Однако совершенные инструменты и оптика позволяют ограничиться неизмеримо меньшими потерями, мы удаляем практически незначительные количества тканей. Небольшую полость, образовавшуюся при этом, заполняют, также по новой методике, консервированным хрящом либо специальным препаратом — коллагеновой губкой, и это навсегда скрывает следы оперативного вмешательства.

В различные отделы среднего уха на время вводят тоненькие трубочки-дренажи. По ним подаются лекарственные вещества, воздух.

И, наконец, самый ответственный — заключительный этап: реконструкция системы слуховых косточек и барабанной перепонки. Если слуховые косточки повреждены незначительно, их используют при реконструкции. Точно так же поступают и с барабанной пе-

● Природа, наделяя живые существа слухом, проявила немалую изобретательность. Органы, воспринимающие звук, расположены у них на участках весьма различных, а подчас и неожиданных: у кузнечика и сверчка, и примеру, на голених передних ножек, у саранчи — на брюшке, у комаров — на усиках-антеннах.

● У позвоночных органы слуха в процессе эволюции заняли почетное место по бокам головы, а у млекопитающих появилась и развитая ушная раковина. Низшие животные довольствуются защитными складками кожи, прикрывающими слуховой проход: крокодилу, к примеру, такие складки помогают во время погружения под воду; у птиц — аиста, утки, воробья — аналогичную защитную роль выполняет тонкая пленка.

● Ушная раковина — чаще ее называют попросту ухом — у многих животных весьма подвижна. Собака прислушивается, «играя ушами» — поднимая, опуская или отводя их в стороны. Определяя направление звука, шевелят ушами лошади и олени, олени и зайцы. А воронкообразные уши африканского носорога, если надо, действуют независимо друг от друга: стараясь распознать шорохи спереди и сзади, носорог может одновременно отвести одно ухо вперед, а другое назад.

● Универсальную акустическую систему представляют собой органы слуха некоторых земноводных. Так, лягушка на воздухе слышит при помощи барабанной перепонки и цепочки слуховых косточек, под водой проводником звуковых волн в ее внутреннее

ухо служит жидкая среда организма, а на суше — мышцы и кости лапок.

● Волк улавливает шаги охотника не менее чем за 50 метров; шум такой же интенсивности человек слышит на расстоянии лишь 5 метров.

Во время зимней охоты лисица по шороху находит мышку под слоем снега и ледяной коркой наста.

Крот различает запахи и звуки кроет толщу почвы. На пути добыче по этим ориентирам он и прокладывает свои замысловатые подземные ходы.

● Недоступные человеческому уху звуки сверхнизких частот способны воспринимать медузы, рыбы и другие морские животные. Они первыми слышат инфразвуковые надвигающегося шторма и, повинаясь «голосу моря», стараются поинуть



репонкой, максимально восстанавливая уцелевшие ее части. Если необходимо, на отверстие в перепонке накладывают лоскуток фасции, который берут у самого больного на участке заушной области.

Операция эта — тимпанопластика — ведется на участке, площадь которого исчисляется квадратными миллиметрами, но длится подчас не меньше, чем обширная резекция желудка или операция на сердце. И, добавлю, усилия врачей, выдержка больного не напрасны: после тимпанопластики многие наши пациенты вновь обретают слух и могут вернуться практически к любым профессиям — стать полярником, геологом, пойти в военное училище.

— Таким образом, восстанавливающая слух хирургия сделала еще один шаг вперед!

— Несомненно. Ведь в клинической практике отит встречается часто. Гораздо чаще отосклероза. Так что возможности современной оториноларингологии в борьбе за слух статистически возросли, считайте, втрое, если не вчетверо по сравнению даже с недавним прошлым.

Необходимые пояснения: тимпанопластика возможна лишь у больных с исправно действующим слуховым нервом, и к тому же только в тех случаях, когда ущерб, нанесенный воспалительным процессом среднему уху, не слишком велик. В противном случае такую операцию делать нельзя. И далее: подготовка к тимпанопластике требует длительная. При глубоких гнойных процессах она проводится поэтапно. Вначале методами, о которых я рассказывал, устраняют гнойный очаг, а затем через полгода-год реконструируют цепочку слуховых косточек и барабанную перепонку.

— В заключение снова общий вопрос: какую тенденцию вы считаете наиболее характерной для вашей области медицины?

— Расширение сфер ее влияния.

Факты значительной роли заболеваний

уха, горла, носа, о влиянии на организм даже небольших «неисправностей» в их работе были подмечены давно, а вот правильное объяснение они, эти факты, начали получать лишь с развитием науки, в основном за последние годы.

К примеру, не удаленные своевременно аденоиды у ребенка — безобидные, на первый взгляд доброкачественные разрастания ткани носоглотки (явление очень частое) — мешают дышать носом. К чему это ведет? При каждом вдохе растущий организм недобирает примерно 6 процентов вдыхаемого кислорода. Надо ли говорить, насколько это сказывается на его развитии?

В числе изначальных причин пороков сердца, приводящих к серьезнейшей хирургической операции — замене клапанов сердца искусственными, пластмассовыми, на одном из первых мест — ангина. Она же, кстати, нередко виновна и в возникновении поражения почек — нефрита. Тяжелый, неукротимый насморк — ринит — состоит в прямом родстве с бронхиальной астмой: природа обоих заболеваний одна — аллергия. Не будем продолжать этого перечня — достаточно внушительный и сегодня, он продолжает расти.

— Чем еще пополнится арсенал оториноларингологии в ближайшие годы?

— Наши исследования, наша клиническая практика невозможны сегодня без привлечения данных таких фундаментальных наук, как молекулярная биология, биохимия, иммунология, математика, физика, и в особенности такие ее разделы, как акустика, оптика, электроника, механика.

Современный врач-ларинголог по необходимости — человек нескольких профессий. Он инфекционист: до тонкости знает повадки микробов, прицельно ведет с ними борьбу. Хирург: мы видели, насколько сложные, ювелирной точности операции стали для него обычными. (Кстати, хочу напомнить, что микроскоп во время хирургических опе-

прибрежную полосу. Полагают, что чайки, крайне беспокойные в канун непогоды, также чувствительны к инфразвуку.

● В ультразвуковых диапазонах частот хорошо слышат кошки и собаки. Для собак, к примеру, доступны частоты до 60 000 герц, для кошек — и того больше. Существуют методы дрессировки собак ультразвуковыми свистками, сигналов которых не слышит и сам дрессировщик.

● Способность комаров обмениваться информацией на ультразвуковых частотах заманила их в ловушку, имитирующую «брачный призыв» насекомых. Самцы, мчащиеся на такой сигнал, находили вместо самок... засасывавший их вместе с воздухом аппарат, снабженный ультразвуковым генератором — приманкой.

● Поистине необычайна, фантастична острота слуха летучих мышей. Шорох крыльев крохотной бабочки они слышат за десятки метров.

Во время полета летучие мыши посылают прерывистые ультразвуковые сигналы, а в паузах между сигналами при помощи развитых ушных раковин-локаторов принимают эхо, отраженное от препятствий на пути.

Вот некоторые данные из «досье» этих видов рукокрылых: сигналы они подают по 60 раз в секунду на частотах от 90 до 200 тысяч герц. Отраженный сигнал-эхо, который они принимают, по интенсивности в миллион раз слабей исходного звука. Локация такого рода позволяет зверьку на полной скорости обогнуть капровую нить 0,08 миллиметра толщиной,

а за секунду поймать до двух мошек весом в несколько тысячных долей грамма каждая.

● У многих живых существ взаимоотношения с миром звуков весьма своеобразны.

Известный естествоиспытатель XIX века Джон Леббок пытался привлечь внимание муравьев при помощи свиста, скрипки, набора камертонов, а также собственного голоса — от шепота до крика, и все безрезультатно. Лишь позже выяснилось, что муравьи реагируют на звуковые волны таким образом, что доступные нам звуки и шум мы остаемся ими незамеченными. Однако в своеобразном «муравьином» восприятии этому виду насекомых доступны, как полагают, многие неслышимые для нас «звуки».

раций применили первыми именно врачи нашей специальности.) Он аллерголог, в сложной ситуации распознающий «иное действие» на организм самых разных веществ. Разумеется, при этом он остается и терапевтом, выявляющим интимнейшие связи болезней уха, горла и носа с другими недугами.

Ну, а содружество столь разных специальностей, включение в багаж специалиста столь разнородных знаний и образуют тот сплав, из которого рождаются достижения.

Не одними слуховосстанавливающими операциями известна ныне наша специальность. В ЛОР-операционной применяется лазер при операциях на голосовых связках. Крохотные «узелки» — доброкачественные выросты на поверхности голосовой связки — устраняются лучом-скальпелем со

столь незначительной травмой, что человек возвращается к привычному труду, даже если он лектор, учитель, певец, уже через неделю после операции. В недавнем прошлом на месте такого «узелка», удаленного обычным способом, возникал рубец из соединительной ткани, из-за чего голос навсегда оставался хрипловатым.

Все шире применяется сегодня в медицине криохирургия: в полую трубку-зонд заливают жидкий азот, мгновенное касание участка ткани — и операция закончена. Оториноларингологи останавливают так нежелательное разрастание тканей в полости носа, в гортани, унимают кровотечения. Исследуются возможности вживления электродов, возбуждающих слуховую зону коры головного мозга. Ведутся поиски также и по многим другим направлениям.

## Н О В Ы Е   К Н И Г И

Бобылев П. Н. **На защите Советской республики.** М., «Наука», 1981. 152 с. с илл. (Серия «Страницы истории нашей Родины»). 30 000 экз. 55 к.

Автор книги кандидат исторических наук П. Н. Бобылев рассказывает о малоизвестных фактах истории гражданской войны и интервенции на западе Советской республики в 1918—1919 гг. В книге использован большой архивный материал, ранее не вводившийся в научный оборот.

Федоров А. С. **Творцы науки о металле.** Изд. 2-е, доп. М., «Наука», 1980. 218 с. 42 000 экз. 85 к.

Книга историка техники Александра Сергеевича Федорова посвящена научной школе русских металлургов. Автор воссоздает портреты крупнейших деятелей отечественной металлургии — П. П. Аносова, П. М. Обухова, Д. К. Чернова, Н. С. Курнакова, А. А. Вайкова, М. К. Курано, В. Е. Грум-Гржимайло, М. А. Павлова, И. П. Вардина и многих других ученых, внесших большой вклад в развитие науки о металле и создание могучей отечественной металлургической промышленности.

Беляков А. В. **В полет сквозь годы.** М., Воениздат, 1981. 350 с. с илл. Военные мемуары. 200 000 экз. 1 р. 70 к.

Автор воспоминаний, участник знаменитого экипажа, состоявшего из Героев Советского Союза В. П. Чкалова, А. В. Белякова, Г. Ф. Байдукова, рассказывает о всемирно известных перелетах по освоению Арктики, историческом перелете через Северный полюс в Америку, о своих незабываемых друзьях.

Чванов М. А. **Загадка штурмана Альбанова.** М., «Мысль», 1981. 132 с. с илл. 100 000 экз. 25 к.

Книга посвящена одному из известных арктических исследователей, старшему штурману шхуны «Св. Анна» в экспедиции Г. Л. Брусилова — В. И. Альбанову, совершившему в 1912 году беспримерный по трудности пеший переход по дрейфующим льдам Северного Ледовитого океана к Земле Франца-Иосифа. Автор воссоздает героическую и еще до конца не изученную биографию.

Ополонников А. В., Островский Г. С. **Русь деревянная.** Образы русского деревянного зодчества. М., «Детская литература», 1981. 199 с., с фотоилл.,

илл. (Библ. серия) (В мире прекрасного). 100 000 экз. 1 р. 20 к.

Книга о русской народной архитектуре, ее замечательных памятниках и безвестных зодчих. Издание отлично проиллюстрировано.

**Сделайте сами в квартире и на даче.** Пер. с чеш. и словац. Под ред. Е. К. Гай. М., «Стройиздат», 1981. 229 с. 100 000 экз. 1 р. 20 к.

Читатели найдут здесь полезные сведения об оборудовании и инструментах для домашней мастерской, приемах и технологии выполнения работ по строительству и отделке дачи и городской квартиры. Приведено большое количество чертежей и схем основных строительных конструкций и узлов разнообразного бытового оборудования и мебели.

Аракчеев Ю. С. **Джунгли во дворе.** М., «Мысль», 1981. 159 с. с илл. 60 000 экз. 1 р. 60 к.

Автор рассказывает об удивительном мире насекомых, о том, как он открыл для себя этот мир и начал его фотографировать. Главная тема книги — охрана природы.

Астафьев Ю. Ф. **С глазу на глаз с осьминогом.** М., «Мысль», 1981. 160 с. с илл. 65 000 экз. 1 р. 40 к.

Автор книги много лет занимается подводными исследованиями, увлекательно рассказывает о поведении осьминогов в среде их обитания, о попытках выработать у них условные рефлексы, приручить осьминога к человеку, оценивает степень их опасности при контакте с человеком. Книга иллюстрирована многочисленными цветными фотографиями. Главы печатались в нашем журнале («Наука и жизнь» №№ 6, 8, 11, 1979 г.).

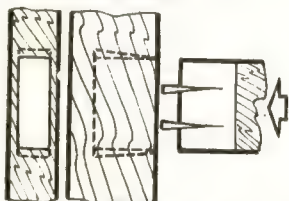
Букштынов А. Д. и др. **Леса.** М., «Мысль», 1981. 316 с. с илл. 100 000 экз. 2 р. 20 к.

Книгой «Леса» издательство «Мысль» начинает выпуск справочных изданий под общей рубрикой «Природа мира». Цель их — дать комплексное географическое представление о разнообразных природных процессах, явлениях и объектах, охарактеризовать их современное состояние, воздействие на человека, показать их хозяйственное значение. Предлагаемое издание, написанное известными лесоводами нашей страны А. Д. Букштыновым, Б. И. Грошевым и Г. В. Крыловым, содержит обзор и оценку лесных ресурсов мира по континентам и странам, дает общее представление о разнообразии лесов планеты, об их использовании и воспроизводстве.



# М а л е н ь к и е х и т р о с т и

Надежный способ ремонта расклеванных стульев напоминает В. Шилкин (г. Винница). Для прочного крепления шипа в гнезде нужно гнездо расширить на 2—3 мм, а в шипе сделать два продольных пропила на половину его длины. Затем изготовить два клинышка и вставить их концы в надрезы. Шип и гнездо смазать клеем и туго забить все на прежнее место.



И. Кутепов (г. Воронеж) рекомендует на стеклянные банки с домашними соленьями надевать резиновые кольца, вырезанные из автомобильной камеры. Тогда заготовленные летом припасы можно безбоязненно перевозить с дачи на квартиру без особой упаковки. Кольца предохранят банки и дома от случайного удара.



С. Свидерский (г. Хабаровск) предлагает в качестве брелока прикрепить к ключам зажим от подтяжек. Защищая его за карман, вы будете гарантированы от потери ключей. Этот совет особенно пригодится тем, кому приходится много двигаться и наклоняться: грибникам, туристам, садоводам и, конечно, детям.



Окраску труднодоступных мест — карнизов, балконов и т. д. облегчит согнутая под углом трубка, в которую вставлена кисть. Трубку можно взять, например, от каркаса отслужившей свой срок раскладушки. Советом поделился А. Великосельский (г. Харьков).

ПРИПАЯТЬ



ПРИКЛЕИТЬ

Отвалившуюся от значка или броши булавку можно легко прикрепить обратно, пишет Л. Коган (г. Ленинград). Сначала булавку припаивают к жестяной или латунной пластинке размером несколько меньше значка. Тыльную сторону значка выравнивают напильником, а затем приклеивают к ней пластинку с булавкой.

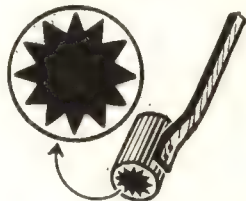


Сделав в крышке стиральной машины «Эврика-3» отверстие диаметром 20 мм точно над поплавком, вы сможете следить за наполнением бака, не открывая крыш-

Конструкцию плодосъемника для яблок и груш предлагает А. Явнюк (г. Маркс). Две рейки соединяются между собой осью, как ножницы. На верхнем конце закрепляются два проволочных кольца диаметром 100—120 мм. На одно из них надевается маленький мешочек, на другое — большой в виде чулка.

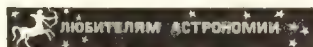


Описание другого варианта плодосъемника прислал Д. Сиводедов (г. Евпатория). Плодосъемник представляет собой консервную банку диаметром 10 см, в верхней крышке которой нарезаны зубцы. Банка прикреплена болтиком к алюминиевой трубке. Съёмник подводят под ягоду — он особенно удобен для сбора вишни, сливы — и разрезом захватывают плодоножку. Легкое движение — и ягода в банке. Так она заполняется целиком.



ки, пишет П. Поддубный (г. Киев). Это делает работу более удобной, особенно при полоскании, когда приходится часто менять воду.

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ



Раздел ведет кандидат  
педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

# УВЛЕКАТЕЛЬНАЯ КОСМОНИМИКА

(О новой настольной книге для астронома-любителя)

**«Я готов верить, что ученые каким-то образом узнали расстояние до звезд, определили их размеры и разведали о них еще многое другое. Однако одного только не могу понять: откуда могли люди дознаться, как звезды называются!»**

(Из анекдота, рассказанного К. Фламарионом.)

**В**опрос о том, откуда могли люди дознаться, как называются звезды, как и почти всякий «наивный» вопрос, не так-то прост и уж, конечно, вовсе не бес-

смыслен. Несколько в иной редакции — «откуда произошли названия созвездий и звезд, планет и их спутников?» — такой вопрос задают многие. И в попу-

лярных книгах по астрономии, как правило, даются некоторые объяснения на этот счет. Наибольшей известностью обычно пользуются мифологические.



Созвездия северного неба. Карта из «Атласа звездного неба» Яна Гевелия.

Античная мифология всегда интересна, легенды и мифы помогают лучше запомнить названия созвездий и их взаимное расположение, поскольку на небе по соседству находятся созвездия, названные в честь героев одного какого-нибудь мифа. Запомнить действительно помогают, но истинные корни происхождения и последующей эволюции космических наименований при этом нередко еще больше запутываются, иногда создается неверное представление о появлении тех или иных названий.

Докопаться до истинного происхождения названий небесных тел астрономам часто помогают филологи (например, М. Э. Рут, Л. Л. Кутина, Ю. А. Карпенко) и этнографы (например, польская исследовательница М. Гладышева). Результаты подобных изысканий недавно обобщил в книге «Названия звездного неба» языковед Ю. А. Карпенко. Книгу выпустило издательство «Наука» в 1981 году в серии «Литературоведение и языкознание». Будет обидно, если эта книжка пройдет мимо своей наиболее заинтересованной читательской аудитории — мимо любителей астрономии. Вот почему хочется рассказать о книге Ю. А. Карпенко подробнее.

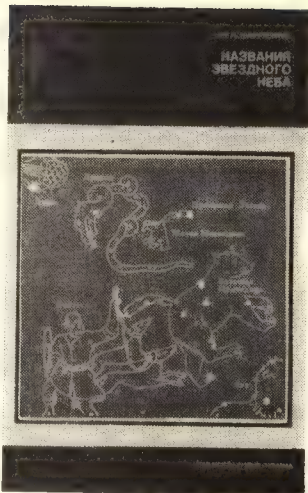
Мы настолько привыкли к таким распространенным астрономическим названиям, как Большая Медведица, Венера, Млечный Путь, что даже не подозреваем о существовании других имен у тех же самых космических объектов. Между тем лишь только в русском языке у Большой Медведицы — 52

народных названия, у Венеры — 18 названий, у Млечного Пути — 20. Немало их, конечно, и в других языках.

Присматриваясь к бессосватой полосе, тянувшейся через многие созвездия, люди давали ей названия, связанные с их земными делами, с тем, что их окружает. Народы Севера именовали Млечный Путь дорогой, покрытой инеем или посыпанной снегом, в воображении кочевников Ближнего Востока рисовалась дорога, усталая соломой. В языках других народов серебристая небесная полоса превращалась либо в дорогу, покрытую пылью, солью, пеплом, мукой, белой глиной, даже отарами овец, либо рассматривалась как река (молочная, звездная и т. п.), как пояс, улица, лента...

Греки называли Млечный Путь «молочным кругом», древние римляне — «царской дорогой неба». Из синтеза этих названий родился латинский термин, ставший впоследствии общепринятым научным.

Интересно проследить, как произошли названия созвездий. Любители астрономии, по-видимому, согласятся с Ю. А. Карпенко, что в очертании большинства соз-



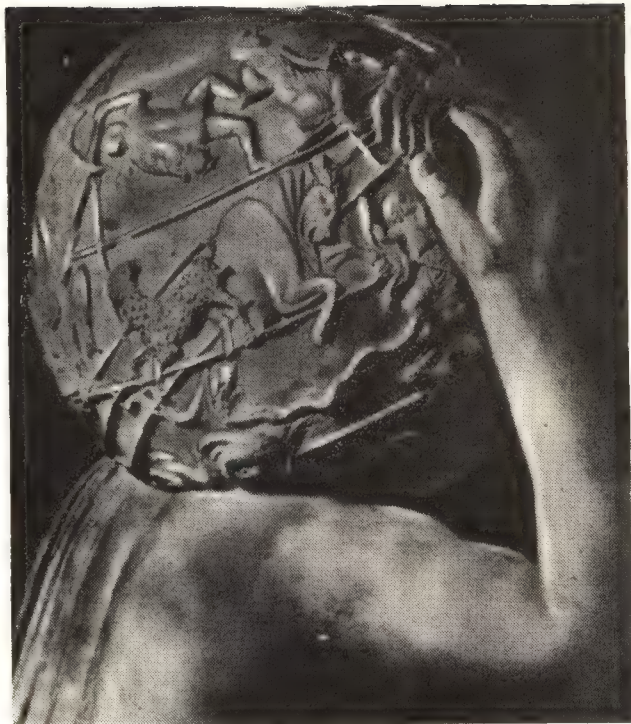
Обложка книги «Названия звездного неба» Ю. А. Карпенко.

вездий не видно сходства с весами, с охотником, со львом, с собаками и т. д. Лишь у некоторых, например, у созвездия Лебедя, такое сходство обнаруживается довольно легко. Ну, а если взглянуть на звездное небо как-то по-иному, например, так, как это сделал Г. Рей, то ведь совершенно отчетливо видны и лев, и близнецы, и дева... Выходит, что фигуры соз-



Знаменитый дендеровский зодиак — украшение потолка одного из храмов в древнеегипетском поселке Дендера. Среди изображений созвездий, относящихся к первому веку нашей эры, можно найти, в частности, различных животных (крокодил, бык, бегемот и др.). Памятник хранится с 1820 года в Лувре (Париж).





Титан Атлант несет небесный глобус с изображенными на нем созвездиями. Одна из копий с этой греческой скульптуры (I в. до н. э.) находится в Государственном музее искусств Узбекинской ССР (Ташкент).

чительно короче и яснее. Астрономы или, придерживаясь старых традиций, давали созвездиям имена от животных (Волк, Заяц, Павлин), или «возносили на небо» названия различных приборов, инструментов (это созвездия Компас, Микроскоп, Секстан, Циркуль).

**С**обственные имена носят 275 наиболее ярких звезд неба. Из них почти у 80 процентов арабские названия. Однако это, по-видимому, не означает, что именно арабы дали имена большинству звезд. Исследования показывают, что многие названия были заимствованы арабскими астрономами у древних греков. А позднее, когда европейские астрономы, как мы знаем, перевели на свои языки с латыни названия большинства созвездий, они почему-то оставили без перевода арабские имена отдельных звезд.

Автор книги предполагает, что так поступили не случайно. Этим хотели утвердить новый уровень знаний о реальной автономности звезд, которые мы с Земли видим вроде бы объединенными в одно созвездие.

Арабы, как и древние греки (Гиппарх, Птолемей), давая имя звезде, старались подчеркнуть самим названием принадлежность данной звезды к данному созвездию. Звезда получала название по созвездию. Например,  $\eta$  Большой Медведицы Птолемей назвал: «третья, самая последняя звезда в хвосте». Арабское название этой звезды (Бенетнаш) означает «предводитель плакальщиц». Арабы ассоциировали Большой Ковш не с медведицей, а с похоронной процессией, впереди которой шли плакальщицы. Арабское название звезды, оставшееся без перевода, мало кому понятно и поэтому не так явно подчеркивает принадлежность звезды к созвездию.

Для тех, кто занимается историей происхождения космических названий, доко-

ведий в чем-то схожи с известным рисунком, который обычно предлагают как своеобразный психологический тест (одни люди видят на таком рисунке прекрасное лицо юной дамы, другие — лицо старухи...). Может быть, древние жители Земли и в самом деле видели в очертаниях созвездий и медведицу, и охотника, и весы?

Существует гипотеза, согласно которой древнейшие названия созвездий появились так давно, когда сами созвездия выглядели иначе, чем теперь. Зная о собственном движении звезд на небесной сфере, можно воспроизвести прошлые, а если нужно, то и будущие фигуры созвездий и убедиться, например, в том, что примерно 100 тысяч лет назад семизвездие Большой Медведицы было больше похоже на медведицу, чем на кастрюлю с длинной ручкой. Значит, гипотеза о том, что первоначальные названия созвездий отражали то, что люди просто видели на небе, находит известное подтверждение. Мифологические интерпретации, вероятно, появились значительно

позднее и в примитивной форме давали объяснение названиям, некогда выросшим из реального восприятия звездных фигур и пришедшим к грекам от египтян, финикийцев и других древнейших народов. А латинские — общепринятые в современной науке — названия созвездий, как и термин Млечный Путь, идут от римлян, иногда это переводы с греческого. В современной русской астрономической литературе тоже используются переводы названий созвездий с латинского языка. Из 88 нынешних названий созвездий, о которых астрономы договорились на Первом конгрессе Международного астрономического союза в 1922 году, лишь у 48 созвездий древние имена (из них у 25 созвездий названия от животных, у 14 — «человеческие», у 9 — от неодушевленных предметов). Названия остальных 40 созвездий появились в XVI—XVII веках, когда потребности торговли и мореплавания заставили более точно, чем раньше, обособить созвездия на всем небе, включая и южное. История названий «новых» созвездий, естественно, зна-



паться до смысла арабских названий некоторых звезд очень любопытно, так как это позволяет сделать вывод: имена звезд моложе, чем имена созвездий.

В книге Ю. А. Карпенко разбирается и происхождение названия нашего главного светила — Солнца. Автору удалось проследить появление слова «солнце» у славян и греков. Корень слова индоевропейский, означает «светить». Этимологические исследования слова «звезда», по мнению автора, указывают, что в смысле этого слова отражено отличие «неподвижных звезд» от «блуждающих светил» — планет.

Названия планет у греков первоначально были в какой-то степени связаны с внешним видом этих светил и их расположением на небе по отношению к Солнцу. Меркурий называли «искрящимся», Венера — «несущий свет», Марс — «огненным», Юпитер — «блистающим». Потом греки, видимо, решили последовать примеру древних вавилонян и посвятили планеты своим верховным богам. Предполагается, что мифологизация созвездий и планет в Греции происходила взаимосвязанно. А римляне перевели греческие названия на латинский язык с учетом отождествления культов таких богов, как Зевс и Юпитер, Арей и Марс, Афродита и Венера. Такова вкратце история появления названий Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн, которые в XVI и XVII веках распространились и в России. Названия трех самым удаленным от Солнца планетам (Уран, Нептун, Плутон) дали позднее и уже с учетом утвердившейся мифологической системы наименований.

Для названий спутников планет тоже специально подбирали имена героев античной мифологии. Было много споров и всякого рода трудностей. Лишь несколько лет

назад Международный астрономический союз утвердил наконец список названий спутников Юпитера. Но и после этого были открыты еще новые спутники у Юпитера, Сатурна, а также спутник Плутона.

До сих пор нет имен более чем у 280 малых планет — астероидов (всего их внесено в каталоги 1940, это к концу 1976 года). Сотни астероидов уже получили собственные имена. Когда первым трем астероидам дали имена античных богинь (Церера, Паллада, Юнона), определилась традиция, которой надо было следовать. Но очень скоро начались отступления от этой традиции. Малым планетам стали присваивать географические названия, имена людей, нарицательные имена. Было «внесено» на небо большинство женских имен. Иногда случались повторы, и тогда приходилось как-то изощряться. Например, астероид 326 австрийский астроном И. Пализа еще в конце XIX века назвал Тамарой, в честь грузинской царицы. А в конце тридцатых годов XX века советский астроном С. Белявский захотел увековечить имена героинь Любы Берлин, Тамары Ивановой и Натальи Бабушкиной. Появились астероиды Люба (1062). Ната (1086) и Тамарива (1084). В названии астероида 1084 использовано не только имя, но и начало фамилии погибшей парашютистки. В честь Валентины Терешковой назван астероид — Чайка (1671), поскольку астероид 447 уже был назван Валентиной. Астероидам стали довольно часто давать имена ученых: Лобачевский (астероид 1858), Королев (1855). Словом, от мифологии, от образов далекой древности перешли в названиях к современной реальной жизни, к людям, к фактам и явлениям наших дней.

Вспомните, что до Копер-

ника люди не считали нашу Землю планетой. Славянское слово «земля» существует издавна, но смысл в него вкладывался иной: оно означает «низ», «поверхность», «участки земной поверхности». Слово «земля» в значении планета стали употреблять только после выхода в свет книги Н. Конерника «Об обращениях небесных сфер» (1543 год). Луну не открывали: она, как и Солнце, была известна людям всегда. Знали они и о смене лунных фаз, а потому в языках разных народов Луна издавна имеет не одно, а два названия. Например, у славян — «Луна» («светящаяся», «блестящая») и «Месяц». Второе название указывает, что по периодической смене вида Луны можно измерять время. Мифы и легенды о Земле и Луне появились много позднее этих названий.

Раздел языкознания, исследующий собственные имена (а их около 200 миллионов), называется ономастикой. Часть ономастики, имеющую отношение к космическим названиям, обозначают словом «космонимика». Таким образом, книга Ю. А. Карпенко «Названия звездного неба», с некоторыми разделами которой мы познакомили читателей, — это книга по космонимике.

## ПЛАНЕТЫ

### В СЕНТЯБРЕ — ОКТЯБРЕ

**МЕРКУРИЙ** будет виден в конце октября по утрам в созвездии Девы как светило примерно первой звездной величины.

**ВЕНЕРА** видна лишь во второй половине октября на западе после захода Солнца в созвездии Весов как светило минус 3,9<sup>m</sup>.

**МАРС** виден в конце ночи на востоке в созвездии Рака, а затем Льва, 19 октября пройдет в 1<sup>o</sup> севернее Регула (α Льва), блеск планеты в этот период не превосходит +1,7<sup>m</sup>.

## ПОПРАВКИ

В № 1, 1981 г., в задаче «Соревнование» вместо слов «спортсмен из «Динамо» прыгал в высоту лучше, чем спортсмен из «Буревестника», следует читать: «спортсмен из «Динамо» прыгал в высоту лучше, чем спортсмен из «Буревестника».

В № 4, 1981 г., на стр. 45, в надписях на рисунке следует читать: «3 экспедиция Ляхов, Рюмин 175 суток» и «Союз-38 (Романенко, Тамайю)».

Просим читателей внести соответствующие исправления в свои экземпляры журнала.

## Семинар по русскому языку

## КАК ПРАВИЛЬНО?

Самолюбие и себялюбие—оба эти слова одного, так сказать, «состава»: «любить себя». А смысл у них как будто бы разный. Так ли это?

Слова **самолюбие** и **себялюбие** близки по образованию и первоначальному своему значению. Действительно, оба они образованы от глагола **любить** и одного и того же местоимения, только в разных падежных формах **сам — себя**. Словари XIX века еще отмечали значительное смысловое сходство между этими словами. Например, в «Словаре Академии Российской» в томе, который был издан в 1822 году, найдем только одно из этих слов — **самолюбие**. Определяется оно как «любовь, пристрастие к самому себе». И здесь же приводится решение весьма нравоучительного свойства: «Самолюбие есть порок, ослепляющий разум».

О том, что такое применение слова **самолюбие** было живым и распространенным, можно судить по смыслу морали одной из басен И. А. Крылова:

Кто самолюбием чрез меру поражен,  
Тот мил себе и в том, чем он другим  
смешон:

И часто тем ему случается хвалиться,  
Чего бы должен он стыдиться.

В академическом словаре 1847 года можно найти уже оба современных слова — **самолюбие** и **себялюбие**, однако определены они как очень близкие, если вообще не одинаковые по значению. **Самолюбие** — «пристрастная любовь к самому себе», а **себялюбие** — «желание добра одному себе, эгоизм». Как видим, здесь **самолюбие**, **себялюбие**, **эгоизм** — синонимы.

Только В. И. Даль во второй половине прошлого века отметил расхождение в употреблении слов **самолюбие** и **себялюбие**. По Далю, **самолюбие** — это «самолюбие, пристрастие к себе, суетность и тщеславие во всем, что касается своей личности; щеколивость и обидчивость, желание первенства, почести, отличия, преимуществ перед другими». Что касается слова **себялюбие**, то у Даля это «забота об одном себе и равнодушные к благу ближнего». Синоним к слову **себялюбие** — эгоизм.

Смысловое расхождение у слов **самолюбие** и **себялюбие** со временем еще больше углубилось, и в современном русском языке

ке эти слова различаются по значению и употреблению. **Самолюбие** значит «чувство собственного достоинства, которое часто сочетается с повышенной чувствительностью к мнению о себе со стороны окружающих». Мы говорим, например: у него болезненное, повышенное, обостренное **самолюбие** и т. п.

А вот **себялюбие** всегда характеризовалось как слово с резко отрицательным значением. **Себялюбие** — это «забота только о себе, о своих интересах, эгоизм».

**Что значит слово «корысть» в «Сказке о рыбаке и рыбке» Пушкина?**

В «Сказке о рыбаке и рыбке» А. С. Пушкина есть такие строки:

Воротился старик ко старухе,  
У старухи новое корыто.

Еще пуще старуха бранится:

Дурачина ты, простофиля!

Выпросил, дурачина, корыто!

### В корыте много ли корысти?

В современном русском языке слово **корысть** обычно означает выгоду, материальную пользу (как в пушкинской сказке) или вообще «стремление к наживе, к обогащению».

Однако это значение не было первоначальным, исконным. В русском языке слово **корысть** (старые формы: **корысть**; **корист**) имеет очень давнюю историю — впрочем, как и в других славянских языках. Общеславянское значение этого слова было просто «добыча». В древнейшем своде русских летописей — знаменитой «Повести временных лет» помещено «Поучение Владимира Мономаха», созданное в конце XI века. Описывая один из своих многочисленных боевых походов, древнерусский князь говорит, что он не дался своим врагам «за корысть» (то есть в добычу, в полон) и неваредимым добрался до Переяславля.

Военную добычу, воинские трофеи называли **корыстью** еще в XVIII и в начале XIX века. Об этом мы можем судить по употреблению слова **корысть** в исторических сочинениях Карамзина и Жуковского.

В современном русском языке это значение слова забыто, оно стало архаическим. Для нас слово **корысть**—это символ отрицательного качества: стремление к наживе, к стяжательству, к личной выгоде.



Такой же резко отрицательный смысл имеют и все другие слова того же корня: **корыстный, корыстно, своекорыстный, корыстолюбие, корыстолюбен** и другие.

**«На кудыкину гору...»** Правильно ли такое словосочетание и что оно значит!

Полагают, что фразеологизм **на кудыкину гору** пришел в общераспространенную речь из среды охотников. Первоначальный его смысл был связан с приметой, запрещением называть место, куда направляется охотник. В русских народных говорах и в просторечии форма вопросительного наречия **куды** чрезвычайно распространена. А. В. И. Даль приводит в своем словаре два глагола: **кудакать** и **кудыкать**, то есть спраши-

вать «куда?» и «куды?». Известна народная поговорка: «Не кудыкай, счастья не будет». Смысл ее связан с той же охотничьей приметой: назовешь место охоты, не будет и удачи.

Известный русский диалектолог Зеленин высказывал предположение, что выражение **на кудыкину гору** могло укрепиться в народной старинной речи еще и по созвучию наречия **куда** или **куды** с утраченным теперь словом **куд**, то есть «злой дух, дьявол». От этого неизвестного теперь слова сохранились производные **кудесить**, то есть «колдовать», и **кудесник** — колдун, волшебник.

Конечно, связь с суеверными представлениями у выражения **на кудыкину гору** давно утрачена. Сохранилась только выразительность, эмоциональная окраска этого оборота.

### ЛАБИРИНТ В ЛАБИРИНТЕ

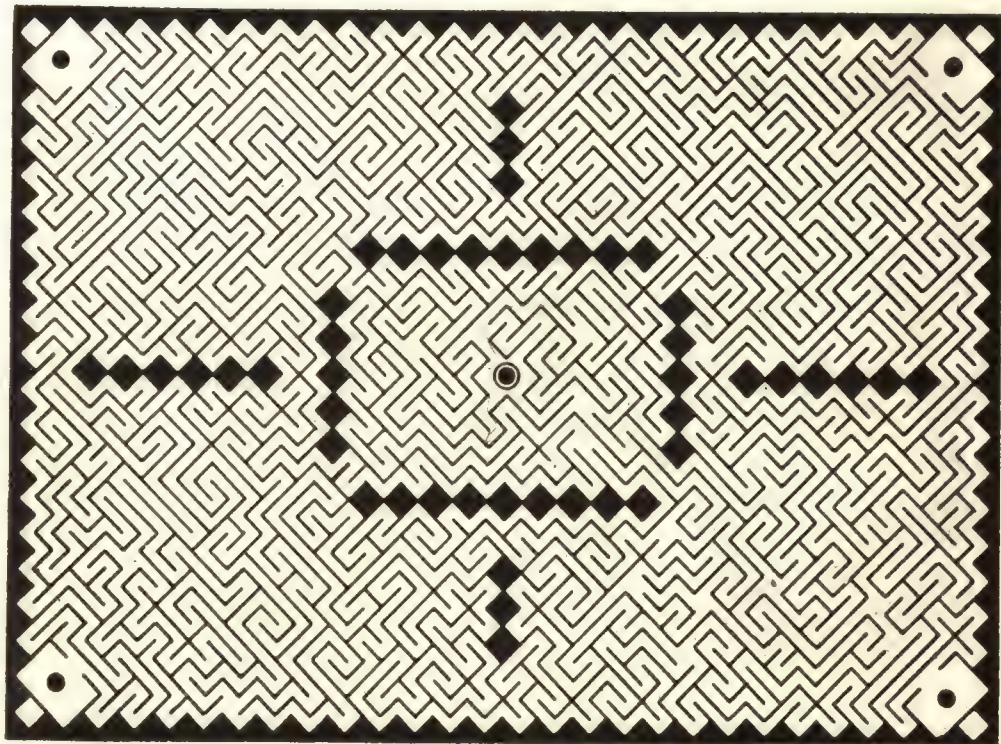
Из центра, отмеченного кружком, найдите путь в один из четырех углов, побывав предварительно во всех четырех секторах лабиринта. Если вы затратите на выполнение задания не более 10 минут, это говорит

о том, что вы обладаете хорошим вниманием и умением сосредоточиться. Тем, кто справится с первым заданием, предлагаем второе: за дополнительное время в 5 минут отыщите кратчайший путь в лабиринте.

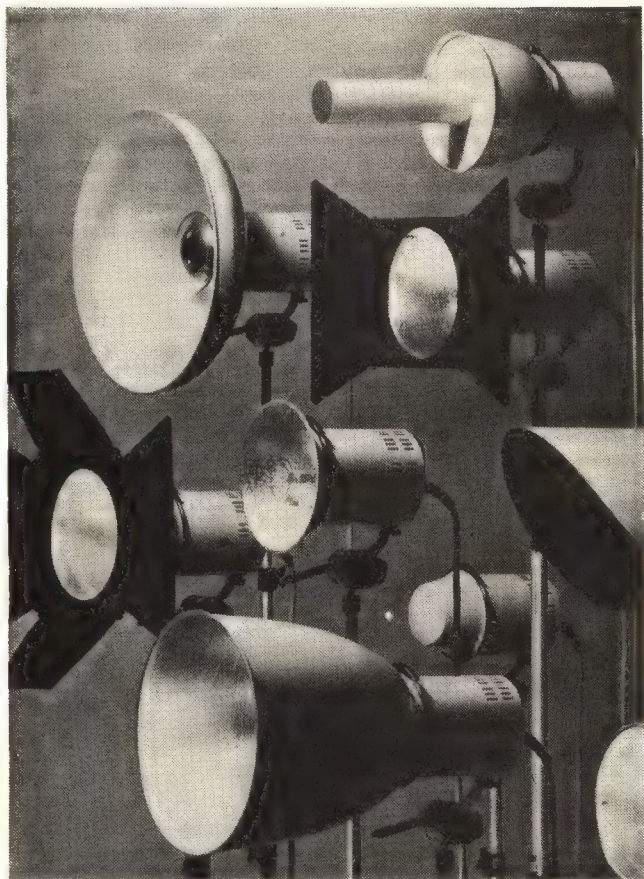
**А. АНУРОВ.**

### ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

#### Тренировка внимания







Образцы современных фотовспышек для студийной съемки. Импульсные лампы в них облокированы в одном рефлекторе с лампами накаливания (обычно галогенными). Предварительная установка освещения ведется по лампам накаливания, а для съемки включаются импульсные.

## СНИМАЕМ С ФОТОВСПЫШКОЙ

А. ВОЛГИН.

Помнится, какой-то фотокорреспондент в своей статье назвал фотовспышку «веянием моды». Причем он писал, что это «веяние моды» в настоящее время «прошло» или «почти прошло».

Нам кажется, что столь решительные выводы высказаны несколько преждевременно. Действительно, в прошедшее десятилетие фоторепортеры при съемке, особенно на черно-белую пленку, стали редко применять фотовспышки. Связано это с появлением высокочувствительных пленок с хо-

рошими характеристиками, в том числе цветных обрабатываемых, и с распространением форсированных методов проявления, повышающих реальную чувствительность фотослоя в несколько раз. И все-таки фотовспышки, несколько сдав позиции на обычного рода съемках при недостаточной освещенности, сохраняют их и даже упрочняют в самых разных областях, позволяя решать многочисленные задачи фототрафирования.

Фотовспышка прежде всего незаменима там, где приходится снимать с моментальными выдержками при недостатке света, например, в спортивных залах. При съемке мелких объек-

тов — макросъемке — большое количество света позволяет сильно заднафрагмировать объектив, увеличив тем самым глубину резкости и гарантировав качество снимка. С помощью фотовспышки можно снизить контраст освещения. Например, при портретной съемке на ярком солнце или против света на фоне окна. Применяя ее, можно, наоборот, повысить контраст, работать на мелкозернистой пленке низкой чувствительности, дающей возможность делать увеличения большой кратности. При искусственном освещении с фотовспышкой снимают на цветную обрабатываемую пленку для дневного света, получая правильную цветопередачу, что особенно ценится фотолюбителями. Хорошие результаты по цвету дает и съемка с подсветкой на открытом воздухе в пасмурную погоду.

Здесь перечислена лишь небольшая часть примеров использования фотовспышки, которые подтверждают, что необходимость в ней нисколько не отпала. Более того, фотовспышка стала проникать в святая святых художественной светопи-си — в фотостудии, занимающиеся портретными и рекламными съемками на высоком профессиональном и техническом уровне. В фотостудиях появилось новое поколение электронных вспышек, представляющих собой комплект приборов с автоматической системой управления светом и с галогенными лампами, по которым подбирают освещение до съемки. В этих вспышках длительность светового импульса регулируется от повышенной — в 1/250 секунды для устранения искажения цвета на обрабатываемых пленках, до коротких — в 1/5000 — 1/20 000 секунды для трюковой съемки. (Например,

● ЧЕЛОВЕК  
С ФОТОАППАРАТОМ



Часто имеет еще большое значение, с каними и в положении каком войдут в сочетание те же Первоначала и как они двигаться будут взаимно. Те же начала собой образуют ведь небо и землю, Солнце, потоки, моря, деревья, плоды и животных. Но и смешения их, и движения в разном различны. Даже и в наших стихах постоянно, как можешь заметить, Множество слов состоит из множества бунв однородных, Но и стихи, и слова, как ты непременно признаешь, Разнятся между собой и по смыслу и также по звуку. Видишь, как бунвы сильные лишь одним изменением порядка. Что же до первоначал, то они еще больше имеют Средств для того, чтоб из них возникали различные вещи, Нет ни одной из вещей, доступных для нашего взора, Чтобы она из начал состояла вполне однородных; Нет ничего, что различных семян не являлось бы смесью. Так же и в прочем, хотя существует и множество общих Первоначал у вещей, тем не менее очень различные Могут они меж собой оставаться во всем своем целом; Так что мы вправе сказать, что различный состав образует Племя людское, хлеба наливные и рощи густые.

Первоначала вещей, разумеется, вовсе невольно Все остроумно в таком разместились стройном порядке И о движениях своих не условились раньше, конечно, Но многократно свои положения в мире меняя, От бесконечных времен постоянным толчкам подвергаясь, Всякие виды пройды сочетаний и разных движений, В расположение они, наконец, попадают, из коих Вся совокупность вещей получилась в теперешнем виде И, приведенная раз в состояние нужных движений, Много бесчисленных лет сохраняется так и при этом Делает то, что всегда обновляется жадное море Водами рек; и земля, согретая солнечным жаром, Вновь производит плоды; и живые создания, рождаясь, Снова цветут; и огни, скользящие в небе, не гаснут. В целом, однако, стоит нерушимо вещей совокупность В силу того, что тела, уходящие прочь, уменьшают Вещи, откуда ушли, а другие собой приращают.

Здесь не должно вызывать удивления в тебе,

Как обретаются все в движении первоначала, Их совокупность для нас пребывает в полнейшем покое, — Если того не считать, что движется собственным телом, — Ибо лежит за пределами нашего чувства Вся природа начал. Поэтому, раз недоступны Нашему зрению они, то от нас и движения их скрыты. Даже и то ведь, что мы способны увидеть, скрывает Часто движения свои на далеком от нас расстоянии. Часто по склону холма густорунные овцы пасутся, Медленно идя туда, куда их на пастбище тучном Свежая манит трава, сверкая алмазной росой; Сытые прыгают там и резвятся, бодаясь, ягнята. Все это издали нам представляется слившимся вместе, Будто бы белым пятном неподвижным на склоне.

Если же думаешь ты, что стать неподвижно способны Первоначала вещей и затем возродить в них движение, Бродящи от истины ты далеко в заблуждении глубоком. Ведь, в пустоте находясь и витая по ней, неизбежно Первоначала вещей уносятся собственным весом Или толчками других. И часто, в движениях столкнувшись Вместе, одни от других они в сторону прыдают сразу. Те, у которых тесней их взаимная сплоченность, мало И на ничтожные лишь расстояния прыдают порознь, Мощные корни камней и тела образуют железа Стойкого, так же, как все остальное подобного рода. Прочие, в малом числе в пустоте необъятной витая, Прыдают прочь далеко и далеко назад отбегают На промежуток большой. Из них составляется редкий Воздух, и солнечный свет они нам доставляют блестящий.

Образ того, что сейчас описано мной, и явление, Это пред нами всегда и на наших глазах происходит. Вот посмотри: всякий раз, когда солнечный свет проникает В наши жилища и мрак прорезает своими лучами, Множество маленьких тел в пустоте, ты увидишь, мелькая, Мечутся взад и вперед в лучистом сиянии света. Знай же: идет от начал всеобщее это блуждание. Первоначала вещей сначала движутся сами. Следом за ними тела из мельчайшего их сочетания, Близкие, как бы сказать, по силам к началам первичным, Скрыто от них получаю толчки, начинают стремиться, Сами к движению затем побуждая тела покрупнее. Так, исходя от начал, движение мало-помалу Наших касается чувств, и становится видимым также Нам и в пылинках оно, что движется в солнечном свете, Хоть незаметны толчки, от которых оно происходит.

Так о великих вещах помогают составить понятие Малые вещи, пути намая для их постижения.

ной, можно предположить, что мельчайшие невидимые поры представляют собой уже совершенную пустоту, разделенные же ею частицы имеют предельно высокую плотность и неделимы на части.

Это умозаключение и делает Лукреций. «Первоначала вещей, таким образом, просты и плотны», — несколько раз рефреном звучит в его поэме.

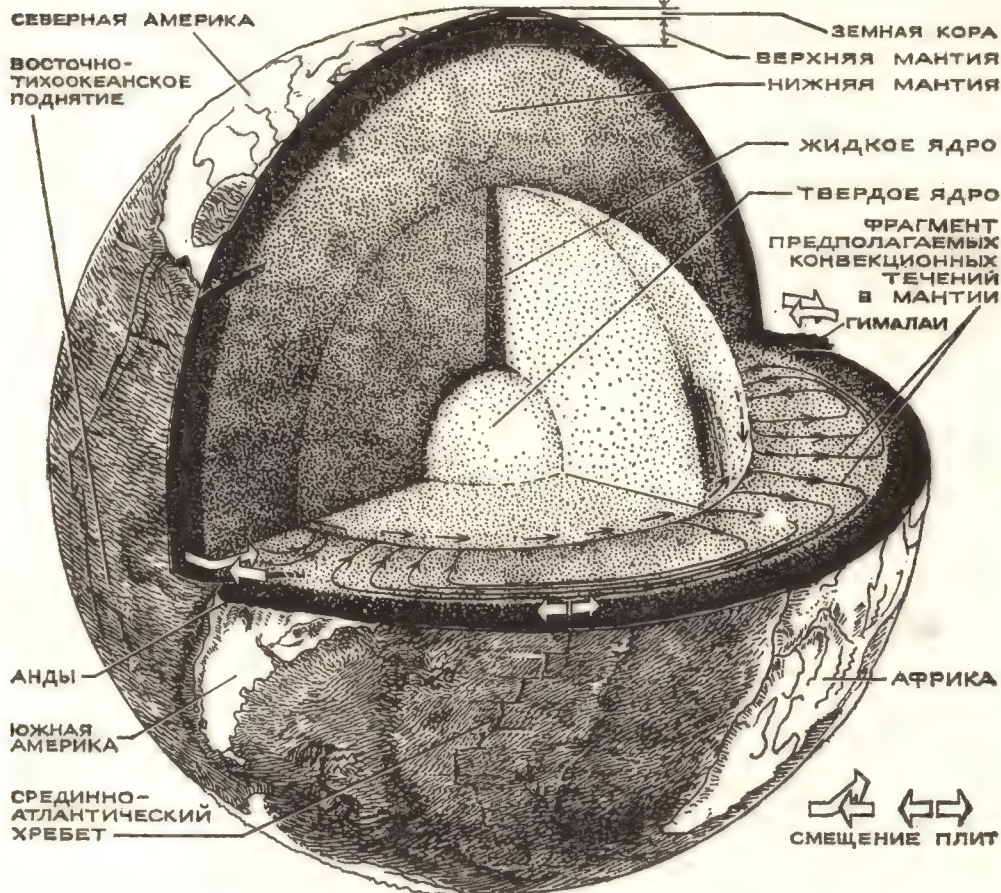
Лукреций размышляет о форме атомов (у прочных тел они должны быть шершавыми и даже крючковаатыми, у жидких — круглыми), о том, что Вселенная беспредельна и число атомов в ней бесконечно, что атомы могут быть различными, но их разнообразие ограничено, что они лишены цвета, вкуса, тепла и т. д., — все эти качества веществ обусловлены формой, расположением и движением атомов. По ходу разговора встречается много интереснейших замечаний — о том, что во Вселенной вероятны миры, подобные нашему, что в пустоте все тела должны «равную скорость иметь, несмотря на различие в весе», что время «никогда ощущаться не может само по себе вне движения тел и покоя» и т. п.

Можно заподозрить, что столь точные формулировки, весьма схожие с принятыми ныне, исподволь возникли при переводе. Подозрение нетрудно опровергнуть: в издании, по которому печатаются приводимые здесь отрывки, рядом с русским текстом приведен подлинный латинский (Лукреций, О природе вещей, Изд-во АН СССР, 1946. Перевод Ф. Петровского).

Это издание представляет собой два довольно объемистых тома. Однако, если отобрать строчки, заключающие в себе существо атомистической теории Лукреция и наиболее часто цитируемые, они займут всего лишь несколько машинописных страниц. Их стоило бы собрать воедино — для общего обозрения и цельного понимания. С такой целью и сделана настоящая публикация.

Ю. ПУХНАЧЕВ.





# ЯДРО ЗЕМЛИ

Л. ЮДАСИН.

Споры между «мобиристами» и «фиксистами» — приверженцами двух гипотез, по-разному объясняющих процессы, идущие в глубинах земной коры и мантии, — в последнее десятилетие были, пожалуй, особенно жаркими. Сторонники мобилизма [теории тектоники плит] считают, что в истории Земли происходят большие, до нескольких тысяч километров, горизонтальные перемещения материковых глыб земной коры: сходятся и расходятся континенты, рождаются новые океаны. Приверженцы фиксизма отрицают такое движение и главную роль в развитии земной коры отдают вертикальным движениям.

Полемические страсти все еще не угасли, но можно отметить, что теория тектоники плит за эти годы обрела немало новых сторонников, и в частности среди ученых Института океанологии АН СССР (А. С. Монин, О. Г. Сорохтин, Л. П. Зоненшайн, В. П. Кеонджян и другие), сделавших существенный вклад в ее развитие.



## ЖЕЛЕЗНЫЙ ВАРИАНТ

Чем плотнее среда, тем стремительнее бегут в ней сейсмические волны. Это всем известное их свойство очень полезно для исследователей земных глубин. И еще одно свойство — разнотипность волн. Первыми до наблюдателя доходят продольные колебания — волны-предвестники. Вслед за ними появляются поперечные, которые распространяются вдвое медленнее. Здесь нам нет нужды выяснять смысл этих названий, просто напомним, что есть два типа волн, существенно различающихся между собой.

После того как в 1909 году хорватский ученый Андрей Мохоровичич обнаружил, что на глубине в пятьдесят с лишним километров происходит резкий скачок в скорости сейсмических волн, и тем самым установил между земной корой и мантией относительно четкую границу (ее называли его именем), сейсмологи с особым вниманием стали наблюдать за распространением всяческих трясений на Земле. Наблюдения оказались на удивление информативными, и в 1914 году привели американского геофизика Бено Гутенберга к важному открытию.

То, что скорости тех и других волн с глубиной неуклонно растут, не было для Гутенберга новостью. Чем ниже залегают горные породы, тем плотнее им следует быть, так как на них сильнее давят вышележащие пласты. Но однажды он подметил, что, преодолев примерно 2900 километров от поверхности коры, волны-предвестники замедляют свой ход, словно бы встретив на пути менее твердый слой. Менее твердый на такой глубине! В условиях чудовищного давления.

Это было бы совсем непонятно, если бы не поведение поперечных, более медлительных волн. Достигнув таинственного слоя, они вообще исчезали. А это уже кое-что проясняло. Известно, что поперечные, запаздывающие волны не распространяются в жидкости.

Вывод напрашивался сам собой: в центре Земли — жидкое ядро. Жидкость почти не сжимаема, и потому даже под очень высоким давлением она остается в обычном своем состоянии.

Однако, пересекая слой пониженной плотности, быстрые волны-предвестники не только замедляли свой бег, но и несколько изменяли направление, как это бывает с солнечным лучом, преломляющимся в воде. Часть волн-предвестников почему-то пересекала ядро быстрее остальных и при этом изменяла направление своего движения так, будто по дороге снова преломлялась, но только уже под иным углом.

Потребовалось полтора десятилетия, чтобы найти подходящее объяснение и этой головоломке. Его предложила Инга Леман, датский сейсмолог: «Внутри жидкого ядра

спрятано твердое. И оно гораздо плотнее нижней мантии». Леман обосновывала это вот как. Та часть волн-предвестников, которая на каком-то отрезке пути проскакивает через твердое ядро, естественно, должна и несколько убыстрять свой бег и иначе преломляться, чем все остальные.

Так у Земли были обнаружены два вложенных друг в друга ядра. Встал вопрос: из чего они состоят? Многие ученые высказывались за то, что ядро Земли железное. К такому заключению подводили и строение железных метеоритов и явная тенденция к увеличению концентрации железа во все более плотных, глубоко лежащих горных породах. Подсчеты геохимиков говорили, что наша планета на треть состоит из железа. Средняя плотность Земли, которую определил еще Ньютон, почти вдвое превышает среднюю плотность ее коры. Считалось, что железная сердцевина может восполнить этот дефицит.

Расхождения во взглядах на материал, из которого сложено ядро, касались, по крайней мере до недавнего времени, главным образом добавок. Если судить по составу метеоритов, то полагалось бы добавить никель. Но он тяжелее железа, и ядро, если бы оно состояло только из этих двух элементов, было бы плотнее, чем определили сейсмологи. В него следовало «подмешать» вещества полегче.

Кремния? Серы?.. Начались бесконечные эксперименты в лабораториях, дабы подобрать железу наилучшую свиту.

«А может, порочен сам принцип такого подбора? — спрашивали себя некоторые теоретики. — Может, надо связывать выбор добавки не только с плотностью ядра?»

Именно так подошел к решению вопроса доктор физико-математических наук Олег Георгиевич Сорохтин. Он исходил из гипотезы О. Ю. Шмидта о первоначально холодном газопылевом сгустке, вещество которого состояло из однородной смеси тяжелых и легких фракций, способных к расслоению в гравитационном поле Земли.

Здесь мы сделаем небольшое отступление — поговорим о некоторых особенностях мантии Земли.

## ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

На одном из международных симпозиумов по геофизике (в 1963 году) советские ученые продемонстрировали зарубежным коллегам кусочки темного непрозрачного минерала в виде небольших игольчатых и пластинчатых кристаллов. Выглядели они довольно незрочно, но обращались с ними так бережно, словно это были самые редкие бриллианты.

В химии минерала не было ничего неизвестного. Демонстрировался кварц — хорошо всем знакомая и широко распро-

## ● ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, ФАКТЫ

страненная разновидность окиси кремния. Но этот кварц был раза в два плотнее обычного. Его получили С. М. Стишов и С. В. Полова в Институте физики высоких давлений АН СССР в условиях колоссального сжатия и сильного нагрева.

Минерал, который был назван стишовитом, открывал новое направление в познании недр планеты и порождал в этом отношении большие надежды.

Дело вот в чем. Ученые сходились во мнении, что ключевым материалом мантии должен быть оливин — соединения железа, магния, кремния и кислорода, то есть элементов, очень распространенных на планете. Он входит в состав практически всех самых тяжелых силикатных минералов планеты, которые встречаются на поверхности Земли там, где они нашли себе выход из глубинных зон. Из него же в основном состоят каменные метеориты.

Лабораторные опыты выявили, что при высоких давлениях колебания распространяются в оливине с теми же скоростями, с какими сейсмические волны пробегают через верхнюю мантию. Однако уже при давлении, соответствующем глубине в четыреста километров, оливин разрушается. Означает ли это, что нижняя мантия сложена из какого-то другого вещества? Или, может быть, в условиях сверхвысокого давления происходит трансформация вещества?

Еще в конце тридцатых годов профессор Ленинградского горного института В. Н. Лодочников подал мысль, что изменение физических свойств материи в глубинных недрах нашей планеты, по-видимому, вызвано разрушением части наружных электронных оболочек атомов. Позже появились расчеты и других ученых, подтвердивших, что потеря атомами части электронов под воздействием сверхвысоких давления и температуры возможна. Силикатные соединения (к ним относятся и оливин) в этом случае должны переходить в иную фазу состояния вещества. Примерно так же, как совершается превращение графита в алмаз. Но графит — чистейший углерод. Его строение проще, чем силикатов. Данных о том, что вещества с более сложным строением тоже могут претерпевать такую метаморфозу, не было.

К середине пятидесятых годов появилась еще одна гипотеза, связанная с фазовыми переходами вещества. Она принадлежала советскому геофизику В. А. Магницкому и американскому ученому Ф. Берчу. Суть их предположения сводилась к тому, что под действием высоких давления и температуры сложные силикатные соединения (хотя бы тот же оливин) должны распадаться на простые окислы (скажем, магния, кремния, железа), но в особо плотной упаковке. Согласно расчетам, в кристалле такой окиси кремния (кремнезема), например, каждый атом кремния окружался бы уже не четырьмя атомами кислорода, как обычно, а шестью. Впрочем, возможность подобной перестройки многими ставилась под сомнение: мол, давление давлением, а атомные упаковки — перво-

основа материи, и лишнего туда не запихнешь.

И тут вдруг демонстрируется стишовит, реальный кварц с шестью атомами кислорода вокруг каждого атома кремния. Прямое доказательство, что вещества того же химического состава, которые заключаются в верхней мантии, могут, пройдя фазовые превращения, слагать и нижнюю мантию.

Еще одно подтверждение этому дали исследования американских ученых, которые в кратере Аризоны обнаружили кварц, аналогичный стишовиту. Он образовался здесь в момент мощнейшего удара метеорита о Землю.

## БОЛЕЕ ОБЩИЙ СЛУЧАЙ

Давление, при котором был получен стишовит (145 тысяч атмосфер), соответствовало давлению в средней мантии, то есть даже уже здесь могут образовываться уплотненные окислы, а ниже они могут занимать доминирующее положение.

И еще одно интересное заключение геофизиков: плотность и температура мантии изменяются не только с глубиной, но и в горизонтальных направлениях. Другими словами, мантия неоднородна и вглубь и вширь. А коль так, значит, мантия и сегодня остается в неустойчивом состоянии.

Казалось бы, тут все очевидно. В центральной своей части Земля сильно перегрета. Ближе к поверхности температура ниже, и вещество должно подниматься снизу вверх уже потому, что оно горячее, а значит, и легче.

Все так. Но ведь мантия, как считают, твердая и очень сжатая. Вблизи от ядра она испытывает колоссальное давление: по нынешним представлениям, около полутора миллионов атмосфер. При таком положении вещество нижней мантии, конечно, существенно уплотнено, и говорить, будто там, внизу, что-то легче, чем у поверхности, не приходится. Вот если мантия неоднородна, тогда другое дело...

Так (или примерно так) рассуждал Кейт Ранкорн — английский ученый из Ньюкаслского университета, когда в 60-х годах, став сторонником мобилизма (гипотезы, предполагающей большие горизонтальные перемещения земных материковых глыб), размышлял о природе сил, способных обеспечить дрейф континентов. Для многих термин «конвекция» означал лишь циркуляцию вещества под действием тепла. Он же взял более общий ее случай — движение в поле силы тяжести, вызванное разностью плотностей внутри вещества. А это значит, что если рядом оказались материалы с различной плотностью, то более тяжелый начнет опускаться, вытесняя тот, который легче (даже в условиях сверхвысокого давления, но в гравитационном поле Земли).

По представлению Ранкорна, ядро Земли железное, и оно медленно растет. Его поверхность — это место, где первичная смесь веществ (о которой говорил



О. Ю. Шмидт) освобождается от тяжелой фракции. Но не полностью. Большая часть тяжелой фракции еще остается химически связанной. Однако даже сравнительно малой потери железа достаточно, чтобы возникла разность в плотностях, благодаря которой более легкое вещество поднимается.

В верхней мантии оно растекается в стороны, растягивая кору и растаскивая ее плиты, а вместе с ними и континенты.

Многие ученые сначала отнеслись к модели Ранкорна весьма прохладно. Выдвигалось обычное против мантийных течений возражение: о них нет ни прямых, ни геофизических данных. Кроме того, экспериментальное подтверждение идеи фазовых переходов сделало эту идею в высшей степени популярной среди ученых и породило предположение о существовании в сердцевине планеты кремнезема с восемью атомами кислорода, окружающими каждый атом кремния.

Если возможно, рассуждали исследователи, создание особо плотного кварца — силиката, у которого в оболочке вместо обычных четырех кислорода — шесть, то, наверное, можно думать, что это не предел компактности упаковки. С увеличением давления и температуры внутри вещества вполне допустимы дальнейшие трансформации. Были высказаны предположения, что именно превращениями такого типа можно объяснить резкое изменение свойств материи на границе ядра и мантии Земли (то, что зафиксировали сейсмические волны).

Мысль о том, что сердцевина нашей планеты состоит исключительно из силикатов (соединений кремния), но в особо плотном — металлизированном состоянии, начала завоевывать умы, о ней стали говорить как о последнем достижении теории.

Если считать, что ядро Земли силикатное, то всякие предположения о зонах разгрузки, о больших перемещениях вещества через всю толщу земного шара теряют смысл. При абсолютном всевластии фазовых превращений существование глобальных мантийных течений ставится под сомнение.

### МОДЕЛЬ СОРОХТИНА

Советский геофизик Сорохтин усомнился в том, что ядро Земли может быть силикатным. Ход его мысли примерно таков.

Предположим, будто мантия не расслаивалась по плотности вещества, а просто утрамбовывалась. Тогда однотипные изверженные породы на поверхности Земли независимы от их возраста должны быть в основном одинакового состава.

На самом же деле в коре такого единообразия нет. Очень древние базальты несколько отличаются от молодых. В тех, что излились три миллиарда лет назад, больше железа и относительно меньше некоторых легких элементов — кремния, магния.

И это означает, что за прошедшие эпо-

хи состав верхней мантии изменился: в ней явно поубавилось железа. Куда же оно делось? Можно, конечно, предположить, будто его запасы там истощались из-за выноса на поверхность. Но тогда в такой же степени должно было уменьшиться и количество кремния, магния, чего не произошло. Значит, остается одно: железо частично опустилось вниз, ближе к центру Земли.

Выходит, ядро надо все-таки считать железным? Во всяком случае, оно никак не силикатное. Это подтвердилось (для многих довольно неожиданно) в лабораторных экспериментах советских исследователей. Когда воспроизвели давление и температуру, близкие к тем, что господствуют в сердцевине планеты, выяснилось, что даже такие экстремальные условия еще недостаточны для образования сверхплотных соединений кремния. Значит, кремний — не тот материал, из которого сложено земное ядро.

Выяснилось и другое: ядро Земли не может быть также ни чисто железным, ни тем более железоникелевым. Эти материалы слишком плотны и тугоплавки: вес ядра был бы чуть ли не на пятнадцать процентов больше, и оно не могло бы быть жидким.

Сорохтин воспринял результаты этих новейших лабораторных опытов как подтверждение того, что у железа, путешествующего к центру Земли, есть спутники. Только какие?

Добавка из чистого кремния или чистого алюминия не подошла. Также не подошли кремнезем, глинозем, окиси магния и кальция. Одни при высоком давлении были несовместимы с окисью железа, другие в тех же условиях очень плохо растворялись в железе. Водород, хотя и растворяется в этом металле, но почти не уменьшает его плотности.

Что же оставалось? Кислород. С него, наверное, и следовало начинать поиск легкой добавки. Он же самый распространенный на Земле элемент. Увы, эксперименты в лаборатории доказали: окись железа для ядра слишком легка.

Все это не обескуражило Сорохтина. Железо относится к так называемым переходным металлам. Некоторые внутренние электронные оболочки его атомов как бы не заполнены. При высоких давлении и температуре в нем перестраиваются электронные порядки, и оно становится одновалентным.

В этих превращениях Сорохтин увидел решение трудной задачи.

В принципе железо благосклонно к агрессивности кислорода: каждый атом металла удерживает атом кислорода, а то и больше. Однако такая связь, как выяснилось, прочна только в обычных условиях. При сильнейшем сжатии и нагреве уже нужны усилия двух атомов железа (сделавшегося одновалентным), чтобы удержать атом кислорода.

Если на два атома железа приходится лишь один атом кислорода, плотность окиси возрастает точно на ту величину,



которой не хватало для модели ядра. Таким образом, мысль о том, что земная сердцевина состоит из окиси железа, получила убедительное теоретическое обоснование.

Итак, в глубинах мантии происходит расщепление минералов на плотно упакованные окислы, среди которых есть и окись одновалентного железа, которая вполне может расплавиться на нижней границе мантии и, следовательно, образовать жидкое ядро.

Сорохтин заинтересовался и чисто химической стороной дела. Поскольку часть кислорода в момент фазового превращения освобождается, он, поднимаясь вверх, начинает искать другую «жертву», в том числе и несвязанное железо. (В момент образования Земли в ее состав входило и оно.) Соединившись с этим железом, кислород снова в составе простой окиси совершает очередное путешествие к центру Земли, а сдав жидкому ядру новую порцию строительного материала, вновь вместе с другими легкими соединениями движется вверх.

В своей модели Сорохтин прослеживает и дальнейшую судьбу вещества, оказавшегося в ядре. «Можно ожидать,— утверждает он,— что при достаточно больших давлениях химия железа меняется еще раз, и оно по своим свойствам приближается к свойствам никеля — металла с малой химической активностью и резко пониженным сродством к кислороду». То есть речь идет о том, что убывающая способность железа к химическим связям рано или поздно должна привести в земном ядре к тому, что окислы распадутся и выделится чистый металл. Значит, будет еще один этап высвобождения кислорода и последующего подъема его вверх. На этот раз — с границы жидкого и твердого ядер. Твердого потому, что изменившееся вещество уже требует для своего плавления более высокой температуры, чем существующая на сегодня в земной сердцевине.

## НЕЗАВИСИМЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

Кислородная тема в концепции Сорохтина имеет продолжение. Это касается развития атмосферы Земли — процесса, как будто бы совсем далекого от формирования ядра.

К середине нашего века в умах ученых вполне утвердилось представление о том, что атмосферу Земли в основном образовали газы, выделившиеся из мантии. За исключением кислорода. Его присутствие в воздухе связывалось преимущественно с неутомимой деятельностью растительных организмов. И поныне считается аксиомой, что самый основательный вклад здесь внесли микроскопические водоросли, расплодившиеся в протокееане в неисчислимом множестве и с фантастической быстротой. Нынешний растительный мир производит более ста миллиардов тонн кислорода в год.

Но вся эта продукция «зеленого друга» практически полностью расходуется на дыхание животных, на разложение органических остатков, на окисление вулканических газов и разрушающихся горных пород. Откуда же в таком случае взялась основная масса кислорода в пятом океане — ни много ни мало тысяча триллионов тонн?

Думали, что это за счет того, что в верхних слоях атмосферы идет фотохимическое разложение водяного пара. Но этот источник оказался очень уж маломощным. Высказывалось предположение, что в прежние времена растительный мир почему-то производил кислорода больше, чем сейчас, а уходило его на нужды планеты почему-то меньше. Согласиться с таким предположением можно лишь с натяжкой.

И вот Сорохтин пришел к мысли о существовании другого мощнейшего источника свободного кислорода — источника, бьющего из глубин планеты, с поверхности земного ядра. Этот поток порожден все тем же процессом разделения вещества нижней мантии по плотности.

Сначала в недрах только что образовавшейся планеты огромное количество кислорода уходило на окисление свободного железа. Но по мере формирования ядра, когда соединения этого металла перестраивались под действием сильного давления, освободившийся кислород стал возвращаться в мантию. Он расходовался главным образом опять-таки на окисление железа (и графита, с образованием углекислого газа). Частично выделялся и в атмосферу (пока еще в небольшом количестве).

Поток становился тем мощнее, чем крупнее выросло ядро. Качественный перелом намечался примерно миллиард лет назад — свободное железо в мантии было, по-видимому, окислено полностью. Тогда кислороду как побочному продукту фазовых превращений в сердцевине Земли открылся более широкий выход в атмосферу. «С этим фактом,— по словам Сорохтина,— можно связывать «почти внезапное» появление многоклеточных организмов в конце позднего протерозоя».

По гипотезе Сорохтина, как видите, накопление живительного газа в атмосфере происходит не «почему-то», а в связи с непрерывной работой могучего внутрипланетного генератора.

Следуя логике своей концепции, ученый попытался заглянуть и в будущее Земли, когда в ее недрах в основном завершатся окислительные процессы, и свободный кислород начнет поступать оттуда почти неудерживаемым потоком. Согласно расчетам, это в конце концов должно привести к кардинальным изменениям в состоянии всего воздушного океана — его давление, не превышающее ныне одной атмосферы, увеличится во много раз. Современные формы жизни при таких условиях, понятно, станут немыслимыми. Но это может произойти не ранее, чем через два миллиарда лет.

Сорохтин сам провел испытание своей



модели. Та же логика рассуждений под-сказывала ему, что выделение тяжелой фракции в ядро и легкой в мантию и кору должно было происходить в едином темпе. Скорость концентрации тяжелой фракции ученый высчитал по своей модели, а легкой — по геологическим дан-ным, то есть по составу и свойствам гор-ных пород, составляющих поверхность Земли. Оба результата совпали. Первую проверку модель выдержала.

А вот что показали последующие про-верки.

Для выделения в сердцевину Земли не-обходимого количества железа вся мантия много раз должна была пройти через нижнюю зону разгрузки. И Сорохтину удалось высчитать, сколько времени зани-мал каждый такой полный оборот: прибли-зительно 300 миллионов лет.

Теперь же, зная это время, зная плот-ность различных слоев мантии (из записей сейсмологов) и ее общий объем, он смог определить ее вязкость на разных уров-нях.

Следуя принципу проверять все выклад-ки независимыми доказательствами, он со-поставил высчитанную им теоретическую вязкость верхней мантии с чисто эмпири-ческими данными о ней, полученными на основе измерения скоростей подъема тер-риторий, сравнительно недавно освободив-шихся от ледникового покрова (в частно-сти Скандинавии).

И на этот раз результаты вычислений оказались очень близкими. Из чего следо-вало, что Сорохтин верно определил вяз-кость верхней мантии, а значит, сделал справедливое допущение об определенном числе оборотов вещества глубинных недр планеты на протяжении земной истории.

Несколько лет назад в Институте океа-нологии создали математическую модель всего длительного процесса плотностного

расслоения Земли и роста ее ядра. Зани-мались этим директор института, член-корреспондент АН СССР А. С. Монин и заведующий одной из лабораторий В. П. Кеонджян. Модель проиграла на ЭВМ. Результат был таков: сначала ядро росло медленно, затем все быстрее прибавляло в весе. Максимальной скорости роста оно достигло 1,35 миллиарда лет назад. Даль-ше процесс стал замедляться. Примерно через 2 миллиарда лет масса ядра Земли приблизится к максимально возможной величине. И еще. Периоды различной ин-тенсивности мантийных течений сопостави-мы с эпохами горообразования, то есть существует тесная связь между процессом формирования ядра нашей планеты и тек-тоническими движениями ее коры.

Поразительно, как, сделав всего один предположительный ход — допустив суще-ствование окисно-железного ядра, — Со-рохтин преодолевает столько сложных пе-тель в распутывании загадок глобальной эволюции Земли.

## ЛИТЕРАТУРА

Кеонджян В. П., Монин А. С. Модель гравитационной дифференциации недр пла-неты. Доклады АН СССР, 1975 г., т. 220, № 4.

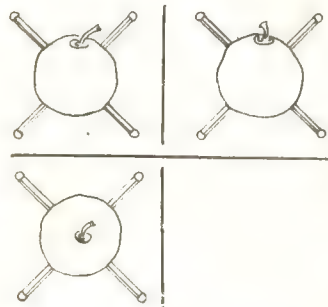
Ранкорн С. К. Конвенция в мантии. В книге «Земная кора и верхняя мантия», М., «Мир», 1972 г.

Ранкорн С. К. Динамические процессы в нижней мантии. В сборнике «Верхняя мантия», М., «Наука», 1975 г.

Сорохтин О. Г. Возможные физико-хи-мические процессы образования ядра Земли. Доклады АН СССР, 1971 г., т. 198, № 6.

Сорохтин О. Г. Дифференциация ве-щества Земли и развития тектонических процессов. Известия АН СССР. Физика Зем-ли, 1972 г., № 7.

Сорохтин О. Г. Глобальная эволюция Земли. М., «Наука», 1974 г.



### ЯБЛОКО И СПИЧКИ

Возьмите яблоко, которое покруглее, и воткните в не-го спички с таким расчетом, чтобы их расположение во всех проекциях выглядело одинаково. Яблоко, безус-ловно, одно. А какое коли-

чество спичек вам понадо-бится для этого?

На рисунке условно спич-ки показаны не полностью.

### ТРИ ДЕРЕВНИ

В деревне Вороново живут 400 жителей, в деревне Во-робьево — 560, в деревне Скворцово — 350 жителей. Однажды в воскресенье все жители Воронова отпра-вились погостить в Воробь-ево. Побыв там некоторое время, они вернулись в свою деревню, взяли еще припа-сов и пошли навестить Скворцово. К концу дня все

пошли назад в свою дерев-ню.

В следующие два воскре-сенья точно так же гостили жители деревень Воробьево и Скворцово. При этом ко-личество пройденных жите-лями человека-метров бы-ло одинаковым во всех трех случаях. Определите расстояние между дерев-нями, если расстояние от центра треугольника, по уг-лам которого расположены деревни, до деревни Во-робьево равно одному ки-лометру.

А. ШВЕЦОВ

(г. Якутск).

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Тренировка пространственного воображения и умения мыслить логически



#### НА СТЕКЛЯННОЙ НИТИ

Этот грузовик массой около четырех тонн висит на пучке стеклянных волокон. В пучок диаметром 7,5 миллиметра сплетены 65 тысяч отдельных волокон из стекла особой прочности. Такое стекловолокно, выпускаемое западногерманской фирмой «Байер», предназначается прежде всего для армирования бетона. Но возможны и другие применения: например, им будут заменены стальные тросы в пешеходном мостике, который строится в Дюссельдорфе. Стекловолокно выгодно отличается от стали легкостью и неспособностью ржаветь.

Hobby, № 9, 1981.

#### МОРЯКАМ — ВКУСНАЯ ВОДА

На корабле, находящемся в дальнем плавании, питьевую воду производят перегонкой, дистилляцией морской воды. Однако дистиллированная вода невкусна, а при длительном употреблении и вредна. Поэтому в нее добавляют малые количества солей, а чтобы нормализовать кислотность воды, вводят ионы бикарбоната. До сих пор для получения этих ионов применяли реакцию двуокиси углерода с карбонатом натрия при нормальном давлении. При этом приходится брать на борт немалое количество тяжелых стальных баллонов с углекислым газом. Ис-

пользуется меньше трети выпускаемого из баллона газа, остальное количество теряется без пользы.

Химики Ростокского университета совместно с инженерами верфи имени М. Тезена в Висмаре разработали новый способ нормализации опресненной питьевой воды, в котором используются только жидкие и порошкообразные реагенты, вводимые в воду в определенной последовательности. Создано и устройство для обработки воды новым методом. Новый метод проще, быстрее и дешевле старого. Впервые он будет применен на строящихся в Висмаре научно-исследовательских судах для СССР, а затем на супертраулерах.

Urania, № 4, 1981.

#### БУРОВАЯ УСТАНОВКА НА АЙСБЕРГЕ

Норвежец Эйстейн Гусеби предлагает при добыче нефти со дна северных морей или исследовательских буровых работах в Арктике использовать в качестве буровых платформ искусственные айсберги. Он подсчитал, что наморозить айсберг высотой 60 метров и размером в сечении 200 на 200 метров, окружить его теплоизоляцией и бетонной оболочкой для прочности будет в пять раз дешевле, чем построить традиционную бурильную платформу. Свои ледяные башни норвежец предлагает примораживать к дну. Они, считает Гусеби, будут не менее удобны и безопасны для работы, чем стальные платформы.

Science News  
28.2.1981.

#### ЭКРАНЫ НА ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

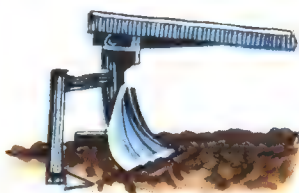
Прототип карманного телевизора, продемонстрированный японской фирмой «Мацусита», имеет экран на основе микроскопических ячеек из жидких кристаллов. На экране 240 строк, в каждой 240 таких ячеек. Размеры экрана 36 на 48 миллиметров. На пластине



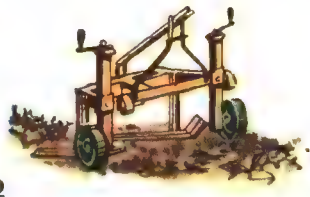


A

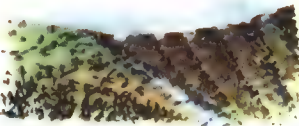
1



2



3



4

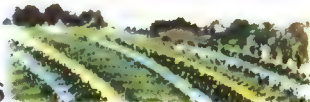


B

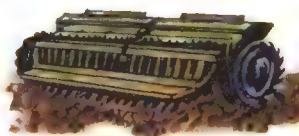
5



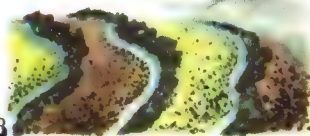
6



7

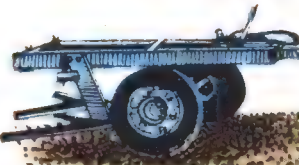


8

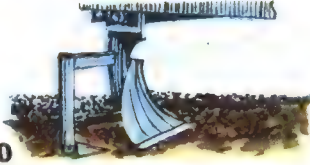


B

9



10



11

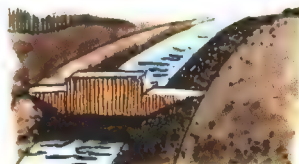


12



G

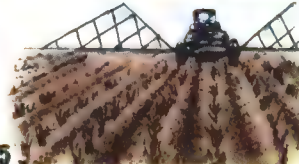
13



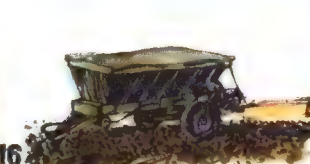
14



15



16



# А Н О Д И Р О В А Н Н Ы Е



АНТИКОР-  
РОЗИОННЫЕ



ИЗНОСО-  
И ТЕРМОСТОЙКИЕ



АНТИФРИК-  
ЦИОННЫЕ



С ПОНИЖЕННОЙ  
ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ



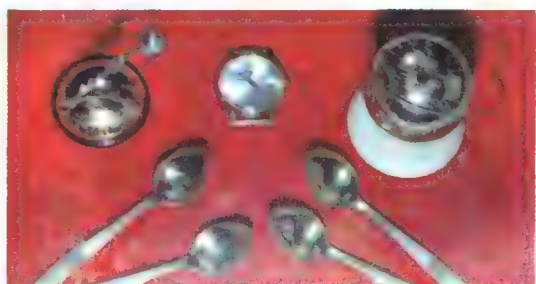
ПОДСЛОЙ ПОД  
КРАСКУ, КЛЕИ



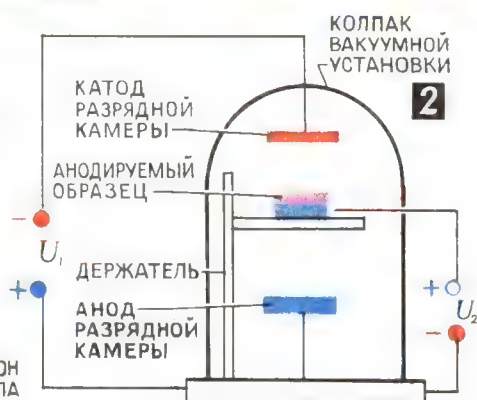
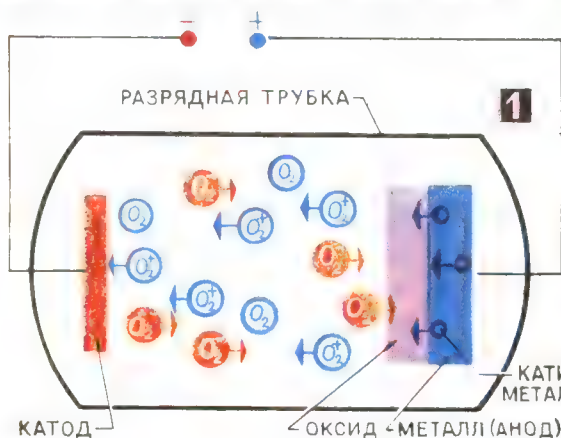
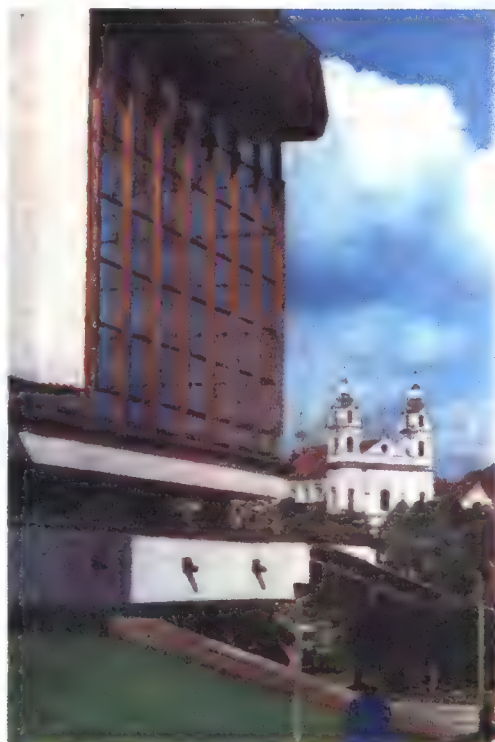
СВЕТО- И ТЕРМО-  
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ

Анодная окисная пленка на металлах не только защищает металл от коррозии (1). Она отличается высокой твердостью, износостойкостью — ею целесообразно покрывать, например, поршни двигателей внутреннего сгорания (2). У анодной окисной пленки низкий коэффициент трения — отсюда ее применение в качестве антифрикционного покрытия (3). Наконец, она плохо проводит тепло, благодаря этому из покрытия ею легкоплавкого алюминия изготов-

ливают кокили для разливки особо чистых металлов (4). Пористое строение пленки улучшает окраску и склеивание покрытых ею металлов — красна и клей прочнее пристаёт к поверхности металла (5). Пропитав пленку светочувствительной эмульсией, можно получать фотографии на металле, а наполнив ее солями, которые при нагреве меняют цвет, исследователь получает удобный температурный индикатор (6). Поры в пленке позволяют также использовать ее



Слева: анодированные предметы быта, фасад Литовского Государственного театра оперы и балета. Внизу: схемы различных методов анодирования: плазменного (1, 2), плазменно-электролитического (3), в водных растворах кислот и щелочей (4). В разрядной трубке, применяемой в первом из этих методов, возникает свечение, родственное полярным сияниям (снимок слева).





# М Е Т А Л Л Ы

(см. статью на стр. 58).



7

ФИЛЬТРАЦИЯ



8

ХИМИЧЕСКАЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ



9

ДЕФЕКТО-  
СКОПИЯ



10

ЭЛЕКТРО-  
ТЕХНИКА



11

РАДИОЛОГИЯ



12

ЭЛЕКТРОННАЯ  
МИКРОСКОПИЯ

как своеобразное сито для фильтрации вирусов, разделения изотопов и т. п. — для этого ее, естественно, нужно отделить от металла (7). Наконец, пористое строение пленки увеличивает общую площадь поверхности анодированного металла — это полезно, когда ее используют для проведения ионообменных реакций, для адсорбции вредных веществ. Она снижает энергию активации некоторых реакций и потому служит катализатором, например, при получении этиле-

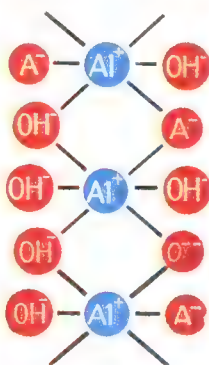
на дегидратации спиртов (8). Структура окисного слоя очень точно повторяет структуру поверхности металла и отчетливо отражает ее дефекты — это облегчает их исследование (9). Электроизоляционные и полупроводниковые свойства анодной окисной пленки дали ей путевку в электротехнику (10). Многообразны ее применения также в радиологии (11), электронной микроскопии (12).

БЕСПОРЫСТЫЙ БАРЬЕРНЫЙ  
СЛОЙ

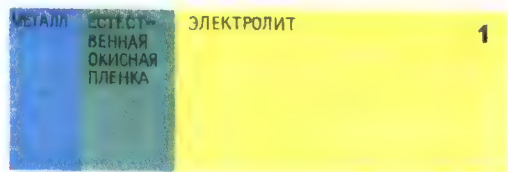
ОКИСНАЯ ЯЧЕЙКА

ПОРА

МЕТАЛЛ



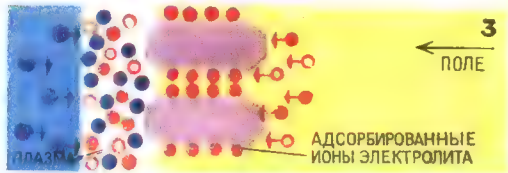
Вверху: строение ячеек анодной окисной пленки (согласно модели Ф. Келлера, Н. Томашова и др.) и ее микроструктура (А — анион электролита). Справа: развиваемая А. Богоявленским и его сотрудниками схема образования анодного оксида при анодировании в водных растворах электролитов. 1 — состояние системы до включения электрического тока. 2,3 — процесс, начинающийся при включении тока. Под разрушающей естественной окисной пленкой возникает очень тонкий слой плазмы. Он состоит из катионов металла и анионов электролита. Объединяясь, они образуют волокнообразные ячейки. 4 — состояние системы после выключения тока. Плазма, «застыв», превратилась в барьерный слой.



1



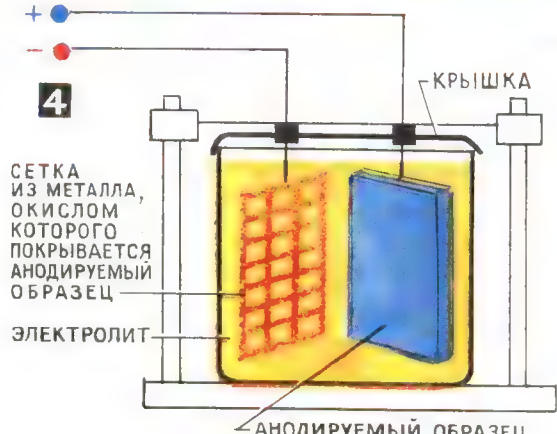
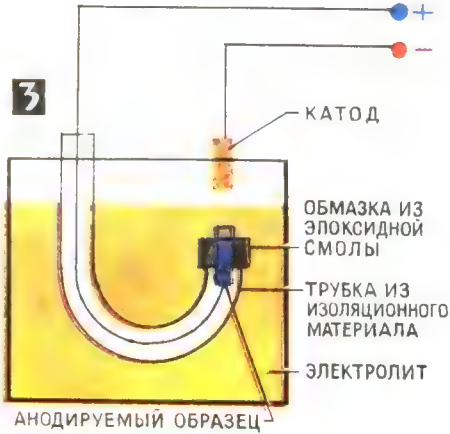
2



3



4

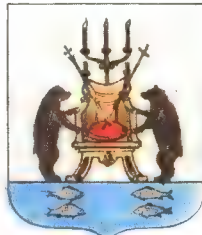




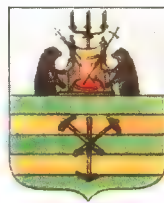
НОВАЯ ЛАДОГА



КИРИЛОВ



НОВГОРОД



ПЕТРОЗАВОДСК



СТАРАЯ РУССА



КРЕСТНЫЙ



1



5



2



ЛОДЕЙНОЕ ПОЛЕ



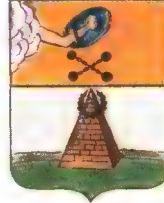
ЧЕРЕПОВЕЦ



3



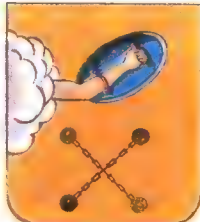
4



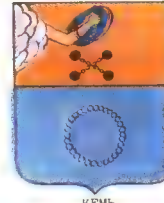
ПОВЕНЕЦ



БОРОВИЧИ



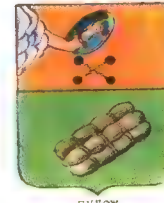
ОЛОНЕЦ



КЕМЬ



КАРГОПОЛЬ



ПУДОЖ



ВАЛДАЙ



ПАДАНЫ



6



ДЕМЯНСК



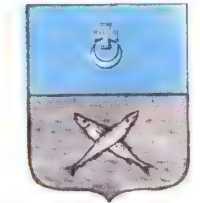
ВЫШНИЙ ВОЛОЧЕК



УСТЮЖНА



ВЫТЕГРА



БЕЛОЗЕРСК



ОСТАШКОВ

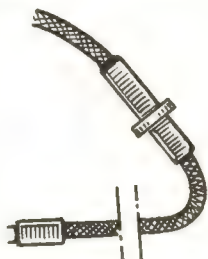


ТИХВИН



# ДОМАШНЕМУ МАСТЕРУ МАЛЕНЬКИЕ ХИТРОСТИ

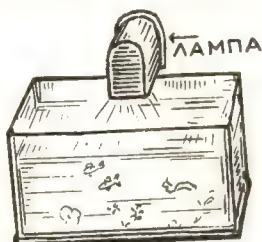
А. Картель (г. Слуцк) предлагает способ удлинения антенного кабеля для телевизора. К одному концу дополнительно отрезка кабеля припаивают антенное гнездо от телевизора (продается в радиомагазинах), к другому — штеккер. Остается соединить штеккер антенны с гнездом удлинителя, а штеккер удлинителя с телевизором.



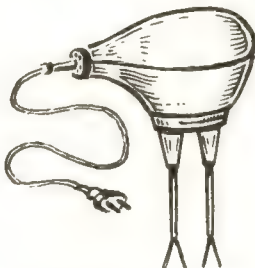
Брюки будут меньше грязниться в мокрую погоду, пишет А. Алиев (г. Баку), если на каблук сделать прорезь шириной и глубиной около 4 миллиметров.



Для освещения аквариума удобно использовать лабораторный фотофонарь, укрепив его на краю стенки. Если крепление сделать на петле, то наклоном фонаря можно менять интенсивность освещения.



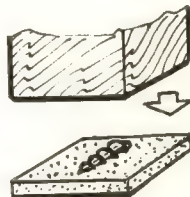
В журнале «Наука и жизнь» было опубликовано несколько приспособлений для хранения лыж в квартире. О. Резников (г. Днепропетровск) предлагает еще один вариант. Верхняя и средняя часть лыж крепится к стене с помощью деревянных брусков со штырями. Нижние концы удерживаются прибитыми к полу планками.



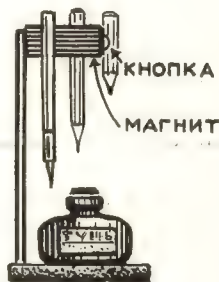
Электробритва, кроме своего прямого назначения, может служить миксером для сбивания коктейлей. В запасном ножевом блоке неподвижные ножи заменяются насадкой, в которой в двух подшипниках (верхний шариковый, нижний капроновый) вращается шпиндель. Сбивалки разной формы крепятся на резьбе. Советом поделился А. Кивимяэ (г. Таллин).



Подклеенная к ножке пластиковая накладка не будет слетать при передвижке мебели, пишет В. Ефиторов (г. Свердловск), если между ножкой и накладкой поместить шуруп с откусенной головкой.



Тем, кому приходится много работать карандашами, И. Гладышев (г. Красноярск) советует сделать простой и удобный держатель. На подставке устанавливается стойка с магнитом. Карандаши удерживаются на магните с помощью приколотых к ним канцелярских кнопок.



Чтобы телефонный аппарат не падал с полочки, Л. Гогава (г. Тбилиси) предлагает приклеить к ее поверхности две крышечки от лимонада. Аппарат ставится в них ножками и таким образом фиксируется. Со стороны крышечки совершенно не видны.

**НАУКА И ЖИЗНЬ**  
**ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ**

# ЖЕЛТАЯ КРАСКА ИЗ ЧЕРНОГО УГЛЯ

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

Нефть, уголь, природный газ — вот природные вещества, составляющие сырьевую основу современного промышленного органического синтеза. Что же касается продуктов, получаемых из этого сырья, то их богатство поистине неисчерпаемо: тут лекарства и красители, пластмассы и искусственные волокна, духи и средства защиты растений...

Как же ведут химики столь богатые по результатам превращения столь многих природных органических веществ? Некоторое представление об этом можно получить, разобрав по стадиям синтез какого-нибудь несложного органического соединения.

Попробуем, например, получить из угля и любых неорганических веществ... ну, скажем, ту яркую и удивительно стойкую желтую краску, которой окрашен старый бабушкин шелковый платок.

Во времена бабушкиной молодости в качестве желтого красителя для шелка и шерсти применялась пикриновая кислота, или, если использовать точный химический термин, тринитрофенол. Молекула этого соединения представляет собою бензольное кольцо, в котором четыре атома водорода замещены на гидроксил  $\text{OH}$  и три нитрогруппы  $\text{NO}_2$ . Вещество, как видим, достаточно простое для того, чтобы разработать его синтез на двух журнальных страницах. Тем не менее в домашних условиях мы сможем провести лишь некоторые этапы разрабатываемого процесса. (Как было бы хо-

рошо, если бы любой органический синтез можно было поставить на кухне!)

Итак, пикриновая кислота — это производное бензола. Значит, его можно синтезировать, располагая бензолом. Но как получить бензол? Его шестизвенную молекулу умозрительно можно разложить на три части, каждая из которых образована двумя группами  $\text{CH}$ . Именно такой состав имеет молекула ацетилена:  $\text{CH}\equiv\text{CH}$ . Это соображение позволяет наметить важный шаг в разработке намеченного нами синтеза. Дело в том, что в 1922 году советские химики Н. Д. Зелинский и Б. А. Казанский нашли, что если пропускать ацетилен над активированным углем при температуре  $500^\circ$ , из его молекул образуются бензольные кольца. (В химическом производстве этот процесс, правда, не применяется — бензол и углеводороды, которые под действием катализаторов превращаются в бензол, выделяют из нефти. Но нам важен принцип.)

Можно считать, что бензол мы получили, используя в качестве сырья ацетилен. Новый вопрос: откуда взять ацетилен?

Тот, кто наблюдал сварку металлов с помощью ацетиленовой горелки, замечал, что к горелке ведут два шланга от баллонов с надписями «кислород» и «ацетилен». Иногда сварщики привозят с собою лишь кислородный баллон, а ацетилен получают на месте, действуя водой на карбид кальция. Вот он — искомый способ!



Его можно воспроизвести и дома. В первую очередь соорудите несложный прибор, показанный на рисунке. Подберите к пробирке резиновую или корковую пробку с отверстием, через которое пропущена согнутая стеклянная трубка. Поместите в пробирку маленький кусочек карбида кальция (с горошину, не больше), капните на него несколько капель воды, быстро закройте пробирку пробкой с трубкой, а конец трубки поместите в другую пробирку, содержащую слабенький раствор марганцовокислого калия. Выделяющийся ацетилен скоро обесцветит розовый раствор перманганата и докажет тем самым, что выделяется именно он.

Зададимся теперь вопросом: откуда берется карбид кальция, использованный нами в только что проведенном опыте? Его получают взаимодействием углерода и оксида кальция при повышенной температуре.

Углерод составляет основу каменного угля. Таким образом, в своих рассуждениях мы добрались до исходной точки запланированного синтеза: из угля получен бензол. Двинемся дальше — к пикриновой кислоте. (Напомним, что ее молекула представляет собою бензольное кольцо, где один из водородных атомов замещен гидроксильной группой, а еще три — нитрогруппами.)

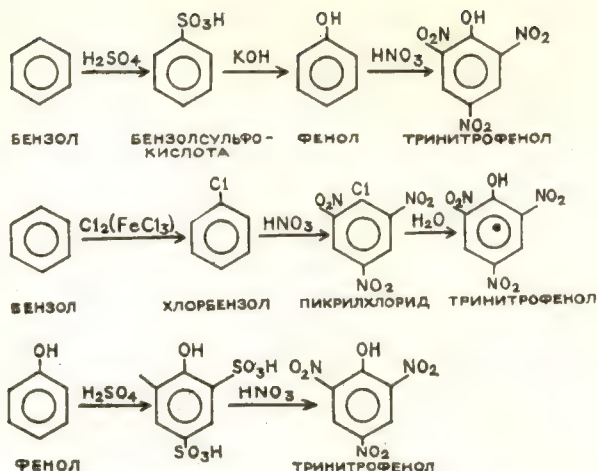
Попытаемся по очереди оснастить бензольное кольцо заместителями. В первую очередь введем в него гидроксил. (Заметим, что продукт намечаемого превращения не что иное, как фенол, известный в быту под названием карболовой кислоты.)

Гидроксил входит в состав щелочей, а щелочи — очень активные вещества. Направляясь такой ход: смешать бензол с какой-нибудь щелочью, а та навяжет свой гидроксил бензолу.

Легко сказать! Как ни мешай, ни нагревай смесь бензола и щелочи, реагировать друг с другом они не станут.

К счастью, желаемого результата можно достичь обходным путем: сначала





ввести в бензольное кольцо сульфогруппу  $\text{SO}_3\text{H}$ , а уж ее затем несложно заместить гидроксильной.

Смешайте в пробирке несколько капель бензола и вдвое большее число капель концентрированной серной кислоты. Осторожно встряхивая пробирку, нагревайте раствор в кастрюле с кипящей водой. Через несколько минут, когда раствор станет однородным, вылейте содержимое пробирки в стакан с водой. Образовавшееся соединение — бензолсульфокислота — легко образует с водой прозрачный раствор.

Если бензолсульфокислоту сплавить со щелочью, она перейдет в фенол. (В домашних условиях эту высокотемпературную реакцию провести трудно, поэтому для опытов возьмем готовый фенол).

Мы уже близки к цели. Теперь нужно пронитровать фенол. В пробирку бросьте несколько кристалликов карболовой кислоты и добавьте несколько капель воды. В другой пробирке разбавьте концентрированную азотную кислоту водой в два раза и такой раствор очень осторожно по каплям приливайте к раствору фенола. Пробирку охлаждайте при этом в холодной воде. После окончания реакции вылейте содержимое пробирки в стакан с водой. Через некоторое время на дне стакана отстоится слой нерастворимой маслянистой жидкости с запахом горького миндаля.

Что же представляет собою эта жидкость? Ожидаемый нами тринитрофенол, в молекуле которого присутствуют три нитрогруппы? Нет, применявшаяся нами в этом опыте азотная кислота была чересчур разбавленной, ее хватило лишь на то, чтобы внедрить в молекулу фенола лишь одну-единственную нитрогруппу.

А если взять более концентрированную кислоту? Молекулы обрабатываемого фенола приобретут тогда и две и три нитрогруппы. Последнее и будет означать, что получен тринитрофенол.

К сожалению, эта реакция не очень удобна — она протекает слишком бурно и дает много побочных продуктов, имеющих вид вязкой смолоподобной массы, — дает много смолы, как кратко выражаются в таких случаях химики.

Обескураживающий результат, к которому мы пришли, заставляет задуматься: а нельзя ли получить пикриновую кислоту другими путями?

Можно. Один из них начинается с того, что бензол хлорируют в присутствии хлорного железа. Образующийся хлорбензол нитруют азотной кислотой. При этом получается тринитрохлорбензол. Входящий в его молекулу атом хлора, под действием воды замещается на гидроксил (2-е уравнение).

Вот еще один способ получения пикриновой кислоты. Проведите сульфиро-

вание фенола. В пробирку бросьте несколько кристаллов фенола и каплю-другую серной кислоты. После нагревания в кипящей воде в течение нескольких минут реакционную массу вылейте в стакан с водой. Образуется бесцветный раствор фенолсульфонокислоты — вещества, несущего в каждой своей молекуле по одной сульфогруппе. Если вести сульфирование в более жестких условиях, получится фенолдисульфокислота, вещество с двумя сульфогруппами в молекуле. Ее обработка азотной кислотой приводит к замене сульфогрупп на нитрогруппы, кроме того, еще одна нитрогруппа вытесняет атом водорода — образуется пикриновая кислота (3-е уравнение).

Наконец, тринитрофенол можно получить и прямо из бензола, нитруя его азотной кислотой в присутствии солей ртути как катализатора. Читатель тут может воскликнуть: вот самый хороший способ! Что ж, действительно, способ простой и прямой, но... соли ртути очень ядовиты!

Уже из этого разбора мы видим, в каком сложном положении оказывается инженер, задумавший внедрить в производство получение какого-либо вещества. Ему предстоит, словно шахматисту, перебрать множество «ходов», множество способов, опробованных в лаборатории. Скажем, вот этот способ несложен в технологическом отношении, но дает много побочных продуктов, от которых трудно очистить задуманный. Побочные продукты другого способа легко удаляются, но больно уж невелик остаток, ради которого проводился синтез, больно мал выход реакции. Третий способ отличается высоким выходом, но насчитывает слишком много стадий. Четвертый протекает в одну стадию, но требует применения весьма ядовитых веществ...

Читатель может отметить еще один досадный недостаток разобранных здесь способов получения тринитрофенола из бензола и фенола: все они неосуше-

# КАК ПРАВИЛЬНО?

## ОДИНАКОВЫ ЛИ ПО ЗНАЧЕНИЮ И УПОТРЕБЛЕНИЮ СЛОВА «ЦВЕТАСТЫЙ» И «ЦВЕТИСТЫЙ»?

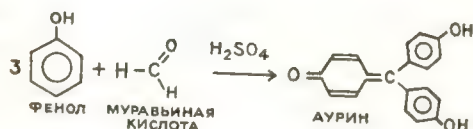
Слова одного и того же корня **цветастый** и **цветистый** отличаются друг от друга особенностями словообразования, а от этого, в свою очередь, зависят различия в их значениях и в употреблении.

Действительно. Прилагательные с суффиксом — **аст** —, — **яст** — означают «имеющий в изобилии», «чрезмерный» (о каком-нибудь признаке, который назван в слове). Например: щелястая стена (т. е. с большими и многочисленными щелями) или лобастый мальчик (с большим, высоким лбом), гривастый жеребенок (с большой, пышной гривой) и т. п.

Прилагательное **цветастый** значит, во-первых, «имеющий узор из крупных цветов; сплошь усеянный цветочным рисунком»; а, во-вторых, «яркий по цвету, раскраске; разнообразный по краскам, пестрый». Мы скажем, например: **цветастое** платье, **цветастая** занавеска, **цветастая** шаль.

Иное дело — прилагательное **цветистый**. Суффикс — **ист** —, с помощью которого оно образовано, придает слову общее значение, которое можно определить так: «обладающий чем-нибудь, содержащий что-нибудь», а также «имеющий свойства чего-нибудь», что названо в слове. Например: **слоистый** камень (состоящий из разных слоев), ухаби́стая дорога (т. е. разбитая, с множеством неровностей), перистые облака (похожие по форме на перья птиц), шквалистый ветер (т. е. подобный шквалу или несущий шквал, ливень) и т. п.

Прилагательное **цветистый** значит «поросший цветами, усеянный цветущими растениями». Например: **цветистые** луга, **цветистая** лужайка (т. е. полная цветов, цветущая). Кроме того, **цветистый** может означать и «богатый красками, красочный». Мы говорим, например: **цветистый шелк** (т. е. яркий, переливающийся разными цветовыми оттенками; богатый цветовой палитрой, но не пестрый). Мы можем сказать и образно: его мысль была ярка и **цветиста**. Здесь **цветистый** — значит «красочный, выразительный, живописный».



ствимы в домашней лаборатории.

Сходные затруднения знакомы и химику-технологу. Он должен не просто предложить метод получения какого-либо продукта, но и позаботиться о том, чтобы сырьем служили доступные, по возможности дешевые продукты, да и сам способ был экономнее.

Вспомним: главной нашей целью было получить желтую краску. А в ее роли не

обязательно должен выступать тринитрофенол. Более простым путем из того же фенола можно получить другой желтый краситель — аурин.

Поместите в пробирку несколько кристалликов щавелевой кислоты и затем несколько большее количество фенола. Добавьте одну-две капли серной кислоты и осторожно нагрейте пробирку. Смесь постепенно приобретет желтый цвет. Что же здесь произо-

шло? При нагревании в присутствии серной кислоты щавелевая кислота превращается в муравьиную, а далее реакция идет по уравнению, приведенному слева.

Но вот, наконец, оптимальный способ выбран, синтез проведен, выделен продукт реакции. Надо бы доказать, что получено именно то, что было задумано.

Есть одно старое доброе средство, позволяющее химикам определять чистоту вещества и идентифицировать его (то есть доказывать, что получен тот или иной продукт). Это — определение температуры плавления. Кристаллические вещества переходят в жидкость при строго определенной температуре. Температура плавления — ха-



Наконец, у слова **цветистый** есть и переносное значение. **Цветистыми** (с оттенком иронии и неодобрения) мы называем излишне витиеватые фразы, речевые обороты, манеру выражения.

Мы говорим, например: **у него цветистый слог** или **он любит произносить цветистые фразы** (т. е. излишне вычурные, а может быть, и ходульные). Так же переносно употребляется и наречие **цветисто**. Например: **цветисто благодарить за что-нибудь** или **поздравление было написано весьма цветисто** (т. е. излишне пышно и витиевато) и т. п.

Как видим, при некоторой близости значений (например, одинаково можно сказать и **цветистый сарафан** и **цветастый сарафан**; **цветистая шаль** и **цветастая шаль**), слова **цветистый** и **цветастый** достаточно четко различаются по своим значениям и употреблению. Прилагательное **цветистый** шире по своей семантике (т. е. смысловому объему), чем слово **цветастый**. Оно образует переносные значения и оттенки значений, которых нет в прилагательном **цветастый**. Словообразовательное гнездо у слова **цветистый** включает в себя и наречие **цветисто** и существительное **цветистость**. Что касается прилагательного **цветастый**, то его словообразовательные связи ограничены, в сущности, одним лишь наречием **цветасто**.

Наконец, в употреблении этих слов есть известные стилистические различия. Прилагательное **цветистый** — стилистически нейтрально, а прилагательное **цветастый** (подобно всем словам с суффиксом —аст—) легко получает оттенок просторечной фамильярности. Не случайно в толковых словарях современного русского языка прилагательное **цветастый** обычно сопровождается стилистическими пометами «просторечное» или «разговорное».

## НАТАЛЬЯ И МАРЬЯ ИЛИ НАТАЛИЯ И МАРИЯ!

Традиционная, правильная форма интересующих нас имен — **Наталья** и **Мария**.

Эти формы с окончанием —**ия** издавна считаются паспортными, то есть принятыми для документов официальными формами. Формы с мягким знаком в написании, а в произношении **Марья**, **Наталья** — это по своему происхождению народные формы имен **Мария** и **Наталья**. Они обе вполне допустимы в неофициальном общении, в разговорной, бытовой речи. Причем форма **Наталья** получила более широкое распространение и ее стали признавать паспортной.

При первом написании имени человека обязательно следует руководствоваться так называемой паспортной формой имени. Такие имена приводятся в справочниках, которые издаются специально для работников загсов. В прошлом году, например, издательство «Русский язык» уже вторым изданием выпустило «Справочник личных имен народов РСФСР». Этот справочник, как сказано здесь на титуле, «рекомендуется Министерством юстиции РСФСР в качестве практического пособия для работников органов записи актов гражданского состояния РСФСР». В нем, в частности, приведена только одна возможная форма паспортного имени **Мария** и две возможные паспортные формы **Наталья** и **Наталья**.

Бывает так, что в документы попадает форма не в ее общепринятом виде. В таком случае следует руководствоваться одним очень простым и ясным юридическим правилом: всегда надо следить за тем, чтобы во всех документах, выданных одному и тому же человеку, имя его было написано одинаково. Это помогает избежать многих недоразумений.

характеристика вещества, которая не позволяет его спутать с тысячей других похожих соединений.

Характеристика эта очень интересная: она зависит от степени чистоты вещества. Чем чище вещество, тем выше его температура плавления. Из этого следует, что перекристаллизация вещества повышает его чистоту. Обычно полученное соединение перекристаллизуют много раз до тех пор, пока температура плавления не перестанет повышаться от раза к разу. Это значит, что наконец получено чистое вещество.

Иногда бывает, что два разных вещества по случайности имеют одинаковые температуры плавления. Как тут быть? Помогает так называемый метод смешанной

пробы. Пусть два вещества А и Б в чистом виде имеют одинаковые температуры плавления, например, 120°. Смешаем два таких соединения. Мы получим вещество А, загрязненное примесью вещества Б. Эту смесь можно рассматривать и как вещество Б, загрязненное веществом А. Поскольку это вещество не чистое, плавиться оно будет уже не при 120°, а при более низкой температуре.

Итак, представим, что у нас имеются два вещества А и Б с одинаковой температурой плавления 120°. Нужно определить, одинаковые ли это вещества или их температуры плавления случайно совпали. Будем одновременно плавить три образца: веществ А, Б и их смеси.

Предположим, первые два образца расплавились при 120°, а образец смеси — при более низкой температуре. Это значит:  $A \neq B$ . Другой вариант: все три образца расплавились при 120°. Следствие:  $A = B$ .

Положите на металлическую пластинку щепотки порошков трех веществ: лимонной кислоты, белого стрептоцида и их тщательно растертой смеси. Медленно нагревайте пластинку на газовой горелке или электроплитке. Сначала расплавится смесь двух веществ, потом превратится в жидкость лимонная кислота (ее температура плавления 153° С) и вскоре после этого — стрептоцид (температура плавления — 164° С).





# НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ НА ОБЕЗЬЯНЬЕМ ОСТРОВЕ

Доктор медицинских наук Л. ФИРСОВ (Институт физиологии имени Павлова АН СССР, г. Колтуши).

Прошлом лето (1980 года) ожидалось с особым нетерпением. В очередную, шестую, экспедицию на озеро Язно (Пустошкинский район Псковской области) мы предполагали вывезти весь приплод от Тараса и его трех подруг: Гаммы, Сильвы и Читы. Кроме взрослых самок и подростка Боя-младшего, успешно перенесшего тяготы холодного и влажного лета 1978 года, у нас были две группы малышей, которые условно назывались «яслями» (Том, Пегас, Малыш) и «детсадом» (Лель, Чингис). Возраст малышей — от шести месяцев до полутора лет. И все отъемыши с первого дня рождения, с которыми приходилось порядочно возиться даже в лабораторных условиях. Больше всех тревожил Пегас, сын Читы, склонный давать загадочные температурные всплески. Для него, как,

впрочем, и всех других обезьян, мы имели основательный запас медикаментов и полную диагностическую лабораторию. Этот арсенал мы брали в каждую экспедицию, но обезьянам, к нашему счастью, он так и не понадобился. Правда, то были взрослые шимпанзе, их детенышей в возрасте полутора и чуть старше мы еще не испытывали естественными условиями.

Как только экспедиция прибыла на озеро Язно, три самки и Бой, несмотря на довольно холодный вечер, были переправлены на Обезьяний остров. Выпущенные из транспортных клеток, они тут же исчезли в густом подлеске. Пятерка малышей в двух небольших клетках была оставлена в автобусе до следующего утра под присмотром опытной лаборантки. Впереди было два месяца работы, одна из задач которой — изучение процесса объединения всех малышей в одну группу, а затем — соединение их с взрослыми шимпанзе.

Учитывая беспомощность малышей, которые к тому же были избалованы повышенным вниманием лабораторного персонала, мы решили поселить их на острове Черныши, где обосновался лагерь экспедиции. В стороне от палаточного городка постави-

Журнал «Наука и жизнь» на протяжении нескольких лет рассказывает о той интересной и большой работе, которую ведет лаборатория поведения приматов Института физиологии имени И. П. Павлова АН СССР, изучая поведение шимпанзе (руководит лабораторией доктор медицинских наук Л. А. Фирсов). См. журнал «Наука и жизнь» №№ 1—4 1978, № 4 и № 12 1979, № 12, 1980.



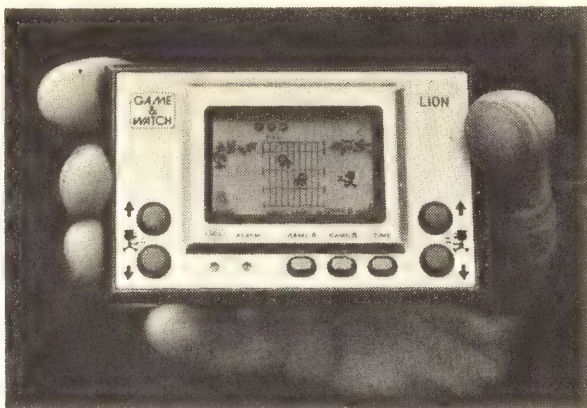
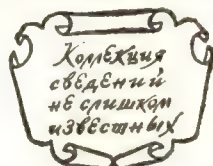
● Некогда в Буковине власти брали с крестьян «налог за дымовую трубу». По сути дела, это был налог на жилище, непременным атрибутом которого считалась печь и, следовательно, труба. Чтобы не платить налога, многие крестьяне труб не ставили, а дым выводили на чердак, откуда он улетучивался через щели и слуховые окна.

Традиционные гуцульские кровли из пихтовой дранки и чердачные перекрытия, насквозь пропитавшись дымом, становились негниющими и навсегда избавляли хозяина от ремонта.

● Японский врач Иси-то Мукаино, специалист по иглоукалыванию, сообщает, что обнаружил на ушной раковине человека точку, введение иглы в которую вызывает снижение чувства голода. Мукаино применил это открытие для лечения пациентов, страдающих ожирением.

● Самосмазывающиеся подшипники — сравнительно недавнее изобретение. Подшипник и вращающаяся в нем ось делаются из пористого металла, пропитанного смазкой, которая в процессе работы постепенно выступает и смазывает подшипник.

Оказывается, это далеко не новая идея. На юге Венгрии, близ города Печ, работает водяная мельница, построенная в XVIII веке. Ось ее колеса сделана из древесины ивы, которую, согласно сохранившимся записям, целую неделю вываривали в масле. Древесина пропиталась маслом и по мере истирания постепенно отдает его, смазывая ось.



● В Японии начат выпуск карманных электронных игр, рассчитанных на тренировку быстроты реакции. В одной из таких игр (см. фото) львы, изображенные на дисплее из жидких кристаллов, стремятся выбраться из клетки через имеющиеся по бокам дверцы. Задача играющего — не допустить этого, расторопно управляя с помощью кнопок двумя сторожами, которые бегают по бокам, держа перед собой стулья и загоняя львов обратно. Если микросхема, управляющая игрой, замечает, что вы слишком успешно справляетесь с задачей, она ускоряет движения львов, заставляет их делать обманные движения и увеличивает количество хищников в клетке. Если льву удастся выскочить, сторож, его упустивший, забирается на дерево — этот момент и показан на снимке.



● Японская фирма «Таппан», занимающаяся выпуском миниатюрных книг, издала недавно микрокнигу с площадью страницы 1,4 квадратного миллиметра. На странице умещается пятьдесят слов английского текста, напечатанных буквами высотой 0,07 миллиметра.

● Французский архитектор Леопольд Витторж терпеть не может прямоугольные помещения. Построенный по его проекту в селении Драп школьный комплекс (детский сад плюс начальная школа) имеет классы и залы в форме трапеций. Стол учителя размещается в большем ее основании, таким образом для любителей сидеть на «камчатке» остается сравнительно мало мест. А наружные углы здания сделаны закругленными (см. фото внизу).

# ДЕЛО ОБ ИМЕННОМ СМАРАГДЕ

В. ДЕБЕРДЕЕВ.

«Это кольцо с смарагдом ты носи постоянно, возлюбленная... Он зелен, чист, весел и нежен, как трава весенняя, и когда смотришь на него долго, то светлеет сердце; если взглянуть на него с утра, то весь день будет для тебя легким. У тебя над ночным ложем я повешу смарагд, прекрасная моя, пусть он отгоняет от тебя дурные сны, утишает биение сердца и отводит черные мысли».

А. Куприн. «Суламифь».

## «ИЗУМРУД КОКОВИНА»

Уникальный камень, который вошел в историю минералогии под собственным именем «изумруд Коковина», нашли в конце 1834 года на Урале, на Сретенском прииске, расположенном на берегу речки Токовой (неподалеку от нынешнего Свердловска). Изумруд, или, как чаще называли этот камень на Руси, смарагд (от греческого «смарагдос»), немедленно доставили Якову Васильевичу Коковину — командиру Екатеринбургской гранильной фабрики, которая принадлежала «Кабинету его императорского величества».

Коковин — прекрасный знаток камней, художник-камнерез — почему-то не поспе-

шил отправить чудесный смарагд царскому двору, хотя «серебряные караваны» с уральскими самоцветами уходили один за другим в Петербург.

В Петербург пришел донос, где Коковина обвиняли в том, что у него на квартире собрано много самоцветов, драгоценных камней с изумрудных и других копей и что он якобы ведет переговоры с торговцами «из немецкой стороны» о продаже им этих богатств, представляющих собственность императорской фамилии. Из столицы на Урал был послан ревизор Ярошевицкий с секретным поручением произвести обыск на квартире Коковина.

Ревизор обнаружил в доме у Коковина 2438 самоцветов. В описи, составленной тогда, указано: «Самых лучших изумрудных камней — 11, в которых весу 4 фунта, в том числе один самого лучшего достоинства, весьма травянистого цвета, весом в фунт... самый драгоценный и едва ли не превосходящий достоинством изумруд, бывший в короне Юлия Цезаря». Это и был тот самый, знаменитый «изумруд Коковина».

Камни, обнаруженные ревизором, упаковали в ящики, Ярошевицкий сам опечатал их двумя печатями — своей и фабричной. Ценный груз в июне 1835 года отправили в Петербург на специальной почтовой тройке, в сопровождении мастерового гранильной фабрики Г. М. Пермикина. Через три недели «спецтранспорт» прибыл в столицу. Ящики с камнями перенесли в Департамент уделов, в ведении которого находилась земля, леса и воды — имущество и крестьяне царской семьи.

О том, как разворачивались события дальше, мы узнаем из документа, который недавно был найден в Центральном государственном историческом Архиве — ЦГИА краеведом-историком И. М. Шакинко. Это секретное предписание императора Николая I вице-президенту Департамента уделов Л. А. Перовскому. Оно гласит:

«Министр двора довел до моего сведения, что член Департамента уделов статский советник Ярошевицкий при ревизии сего года Екатеринбургской гранильной фабрики нашел в квартире обер-гиттенфервальтера Коковина значительное количество цветных камней, принадлежащих казне и хранившихся без всякой описи, — в числе оных изумруд высокого достоинства по цвету и чистоте, весом в один фунт. Все сии камни Ярошевицким хотя и были отправле-



Кристалл изумруда среди блестящего слюдяного сланца (2226 граммов). Хранится в Минералогическом музее АН СССР.



ны в С.-Петербург, но по доставлении сюда означенного изумруда не оказалось. Вследствие сего повелеваю вам: отправясь в Екатеринбург, употребить по ближайшему ему усмотрению решительные меры к раскрытию обстоятельств, сопровождавших сказанную потерю, и к отысканию самого изумруда».

Прибыв на Урал, А. А. Перовский (кстати сказать, он присутствовал при вскрытии доставленных в столицу ящиков с самоцветами) развил бурную деятельность. По его приказу команда гранитной фабрики арестовали и посадили в секретное отделение тюрьмы. Провели допросы десятков людей. Действуя на основании «высочайшего повеления», петербургский следователь устроил вторичный обыск на квартире Коковина, трижды встречался с ним в камере-одиночке. Однако подозреваемый не сознался в похищении изумруда.

Академик А. Е. Ферсман — крупнейший ученый-минералог, знаток драгоценных и поделочных камней, рассказывая об этой истории в своей книге «Воспоминания о камне», пишет, что Коковина «снова допрашивают, но через несколько дней находят его повесившимся в камере».

Дальнейшие поиски смарагда в Екатеринбурге ни к чему не привели. Чудо природы, изумрудный камень-уникум таинственным образом исчез, следы его потеряны. Действия преступника или преступников так скрытны, что проникнуть в них весьма трудно. Узнать, куда делся императорский изумруд: продан ли он, спрятан или передан кому-то на хранение, не представляется возможным.

Именно такой вывод сделал А. А. Перовский в своем отчете императору и министру двора, указав при этом: «Не подлежит сомнению, что утраченный большой драгоценный камень... и много других высокого достоинства изумрудов были похищены бывшим командиром Екатеринбургской гранитной фабрики Коковинным».

На основании этого заключения и вести о самоубийстве (посчитали, что раз покончил с собой, значит, виновен) командир гранитной фабрики Я. В. Коковин был признан похитителем необыкновенного смарагда. Но тем не менее по его фамилии великолепный самоцвет, фунтовый кристалл (фунт — 409,5 г) редкой чистоты и прозрачности, стали называть «изумруд Коковина».

## НОВЫЕ «ЧУДЕСА»

Вторая часть этой истории через много лет переносит нас на Полтавщину, на хутор Диканьку. Тот самый, который, как писал Гоголь, славится своими чудесами и где особенно сильна «нечистая сила». И вот именно тут происходит новое «чудо» — необъяснимо (как черт в хате Солохи) возникает из небытия «изумруд Коковина».

Его привез сюда в свое имение в конце прошлого века князь Кочубей, потомок знаменитого гетмана. Ходили слухи, что князь то ли выиграл драгоценный камень в карты, то ли купил у лица, как принято говорить, пожелавшего остаться неизвестным.

Уникальный изумруд стал лучшим украшением богатейшей минералогической коллекции Кочубея.

В 1905 году, это было уже при сыне собирателя коллекции, в Диканьке вспыхнуло крестьянское восстание. Восставшие разгромили поместье, сожгли барский дом. Коллекция камней оказалась раскиданной по саду. Драгоценный изумруд тоже пропал.

Когда с помощью нагаек и винтовок удалось подавить народное возмущение, хозяева усадьбы первым делом занялись сбором коллекции. После долгих поисков примерно три четверти камней отыскали. Среди них оказался и «изумруд Коковина».

Молодой Кочубей каким-то образом — полагают, что контрабандным — вывез отцовскую коллекцию за границу. Он решил организовать в Вене аукцион редкостных камней, «оптом и в розницу» распродать русские самоцветы крупнейшим музеям Европы и Америки.

Российская Академия наук подняла вопрос о необходимости вернуть на родину коллекцию — национальное достояние. В столицу Австрии была командирована академик В. И. Вернадский и А. Е. Ферсман. Имея соответствующие полномочия и деньги, они в конце концов выкупили неповторимые минералы. Камни бережно уложили в ящики, в один из которых вместе с бриллами упаковали «изумруд Коковина».

В специальных вагонах дорогой груз доставили в Петербург. Ящики привезли в старое здание Минералогического музея Академии наук. И тут выяснилось, что в пути похищены два ящика!

Можно представить ужас ученых при мысли, что вместе с другими редкостными камнями снова пропал и знаменитый изумруд. С непередаваемым волнением стали они сверять списки экспонатов и вскоре убедились, что утрачены ящики с менее ценными минералами, а топазы и изумруды доставлены на место в целости и сохранности.

«Так был принят в собрание Минералогического музея Академии наук знаменитый «изумруд Коковина», самый большой в мире, — пишет А. Е. Ферсман. — Кристалл красиво лежал среди блестящего слюдяного сланца, одна грань камня была как бы отшлифована самой природой, и глаз ласкала глубокая, темная зелень камня, местами прозрачного и чистого, как настоящий дорогой самоцвет».

Чудо природы, кристалл-великан и поныне хранится в особом сейфе Минералогического музея имени А. Е. Ферсмана. Он возвращен на родину и больше ее не покинет.

Но история на этом не заканчивается. Можно рассказать еще о нескольких неожиданных поворотах и даже сенсациях, связанных с «изумрудом Коковина».

## ДУАЛИКИЙ ЯНУС

Начнем с того, что Я. В. Коковин не кончал жизнь самоубийством. Он просидел в Екатеринбургской тюрьме до весны 1838 года, то есть более двух лет. Его судила военная комиссия. Сделав заключение о том,



что «по исследованию и судопроизводству виновного в похищении того камня не открылось», она обвинила Коковина в служебных злоупотреблениях. Приговор по его делу гласил: «...лишить чинов, орденов дворянского достоинства и знака отличия беспорочной службы, но затем не подвергать его ссылке в Сибирь».

Неоднократные просьбы Я. В. Коковина о пересмотре дела результатов не дали. Ему не простили «попытку присвоить» необыкновенный смарагд, того, что уникальный камень командир фабрики держал у себя на квартире свыше полутора. Не исключено, что это была попытка похитить драгоценнейший кристалл. Но не более чем попытка. Коковин его не похитил, поскольку камень был отправлен из Екатеринбурга в столицу императорским ревизором, и это подтверждено документально.

Таким образом, «слава» Коковина как похитителя изумруда, получившего его имя, попросту несправедлива.

Обращает на себя внимание и другой факт. В описи лучших изумрудных камней, отправленных с гранильной фабрики в Петербург, указывалось: «...в том числе один самого лучшего достоинства... весом в фунт». В его описании отмечалось, что ни единый изъян, даже самый малейший, не нарушал прозрачной, чистой глубины камня. Это был редкий по совершенству изумруд.

А в Минералогическом музее АН СССР находится кристалл самоцветного камня — лишь «местами прозрачного и чистого» (выделено мною. — В. Д.). Самое же главное в том, что вес этого музейного изумруда составляет 2226 граммов, или по старой русской мере — почти 5,5 фунта! Он, как подчеркивал А. Е. Ферсман, «самый большой в мире».

Что же получается? «Изумруд Коковина», начав путь из Екатеринбурга однофунтовым, в результате всех перипетий таинственным образом «вырос» в пять с половиной раз!

«Откуда появился гигантский кристалл в пять фунтов? — спрашивает в книге очерков «Загадка уральского изумруда» И. М. Шакинко. — И почему его тоже стали называть «изумрудом Коковина?»

Попробуем разобраться в этих вопросах. Конечно же, это два разных камня. Тот, что был изят в квартире Коковина, отличался уникальными качествами — чистотой цвета, прозрачностью, глубиной. В сознании всех, кто слышал об «изумруде Коковина», он ассоциировался с понятием необыкновенный, самый-самый... Другой камень тоже уникальный — по весу, по размеру. Тот же «самый-самый». Один камень загадочно исчез, другой непонятно откуда появился. Название от одного уникального камня перешло к другому, так появились две гипотезы «изумруда Коковина».

Но когда и откуда появился гигантский кристалл в пять фунтов? «Нет никакого сомнения в том, что он тоже уральского происхождения», — так считают специалисты из Минералогического музея имени А. Е. Ферсмана. Возможно, где-то в архивах, в описях самоцветных камней, добытых

на изумрудных копях и приисках Урала, хранится запись о находке этого богатства — «свидетельство о рождении».

Теперь, полтора века спустя, конечно, трудно докопаться, кто похитил однофунтовый изумруд. И, наверное, интереснее было бы узнать другое: где этот царственный смарагд сейчас? Не мог же он пропасть бесследно.

В упомянутой уже нами книге И. М. Шакинко «Загадка уральского изумруда» и на страницах уральского литературно-краеведческого сборника «Рифей» высказывалась догадка о том, что похитителем именного смарагда был сам вице-президент Департамента уделов Л. А. Перовский, страстный коллекционер и ценитель камней.

И. М. Шакинко предполагает, что Перовский мог сбыть «изумруд Коковина» за границу, мог надеждо спрятать или, разделив на несколько частей, огранить и тем самым уничтожить.

Тут хочется напомнить, что бездефектные изумруды весом более 5 каратов ценятся выше равных им по величине алмазов. Наш фунтовый кристалл не имел ни малейших дефектов, а его масса составляла свыше 2000 каратов. Следовательно, по ценности он превосходил такие известнейшие в мире алмазы, как «Эксельсиор» (971,5 кар.), «Джонкер» (726,0 кар.), «Орлов» (189,6 кар.). И ясно, что рискни Л. А. Перовский или кто-либо другой продать фунтовый «изумруд Коковина» — скрыть такую финансовую сделку, а особенно ее последствия, было бы невозможно. Она неминуемо получила бы широкую огласку.

Теперь относительно раздельной огранки. Каждому знатоку камней понятно, что главная ценность смарагда в 2000 каратов в его кристаллической монолитности, в его неповторимости. Безумием было бы идти на огромный риск — красть этот единственный в своем роде драгоценный камень для того, чтобы разделить его на части и превратить в десятки обыкновенных изумрудов, которых в Департаменте уделов было более чем достаточно.

И, наконец, еще один довод в пользу того, что изумруд-красавец не был ни уничтожен, ни спрятан Л. А. Перовским. Есть свидетельства, что спустя какое-то время после таинственного исчезновения «изумруда Коковина» разным специалистам-минералам, работавшим на территории восточнее границы Европы и Азии, показывали длиннопризматический изумрудный кристалл, схожий по своим достоинствам с знаменитым именовым смарагдом.

Камень каждый раз принадлежал частному лицу, которое заламывало за самоцвет неслыханную цену. Поманив ученых прозрачной глубиной, не замутненной ничем чистотой, великолепной игрой света на гранях, прекрасные кристаллы уходили в неизвестность, и следы их терялись во времени и пространстве.

Скорее всего, это были не разные камни, а один и тот же минерал, чудо природы — фунтовый изумруд.

По старинным поверьям, самоцветы должны оберегать их владельцы от «дурного



глаза», хранить от всевозможных бед, дарить удачу в делах. А изумруд разные народы наделяли особо магическими свойствами, приписывали ему таинственную силу исцелять недуги и даровать счастье, его зеленый цвет считали символом жизни, молодости, надежды.

«Изумруд Коковина» не оправдал этих надежд.

История знает немало случаев, когда в страшном мире наживы и эксплуатации, где все оценивается на деньги, прекрасные редкие камни — дары природы — становились причиной преступлений, пробуждали в людях самые низменные чувства — жадность, коварство, хищничество.

«Жало» «изумруда Коковина» поразило двух временных владельцев камня — Я. В. Коковина и Л. А. Перовского, ославив их преступниками. Бросило черную тень и на третьего человека — мастерового гранильной фабрики Г. М. Пермикина, который в 1835 году сопровождал изъятые в доме Коковина камни в Петербург, там распаковывал ящики, сортировал камни. А потом почему-то не захотел вернуться в Екатеринбург, а подался на Байкал...

Это «жало» и сейчас будоражит, язвит наше воображение. Очень хочется докопаться: где чудесный фунтовый изумруд и как попал на Украину его «однофамилец» — «самый большой в мире» смарагд?

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗЕЛЕНОГО КАМНЯ

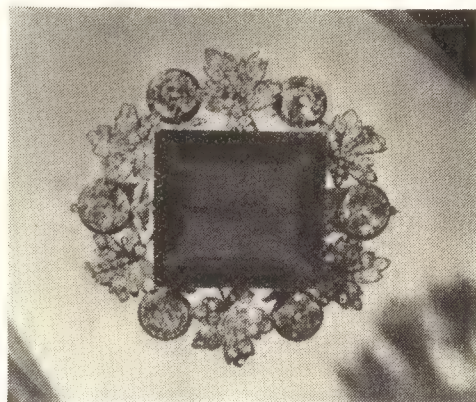
Кандидат геолого-минералогических наук  
А. ШЕРСТЮК.

История добычи изумруда уходит в глубокую старину. Первые изумрудные копи обнаружены на территории древнего Египта, к северу от Нубийской пустыни, около Красного моря. Они разрабатывались еще в 1650 году до нашей эры. Добывали изумруды в слоях темных слюдяных сланцев, в шахтах глубиной до 200 метров. Работали в темноте, так как считалось, что изумруд не любит света. Особенно много изумрудов было добыто в Египте в годы царствования Клеопатры (69—30 годы до н. э.). Драгоценные камни вывозили во многие страны Запада и Востока.

«Новая эра в истории зеленого камня, — писал А. Е. Ферсман, — началась с открытием Америки, где испанцы неожиданно наткнулись на целую культуру с особым поклонением этому камню. Здесь был прекрасный изумруд, который ценился выше других камней, и большому кристаллу в форме страусового яйца поклонялись, как божеству».

В конце XVI века Европа была наводнена зеленым камнем. Богачи украшали им не только платья, но и сапоги, шляпы и трости. Трециноватые изумруды Египта обесценились, зато особо ценился «испанский смарагд». С 1555 года на рынках Европы главное место занимали изумруды Колумбии. К концу XVII столетия колумбийские копи истощились, и изумруд стал одним из самых редких и ценных камней.

Третий этап в истории изумруда начался с 1831 года — с открытия изумрудных копей Урала. История этого открытия изложена А. Е. Ферсманом в его небольшом очерке «Изумруд Коковина». Там повествуется о том, как в глухом месте, верстах в тридцати от Сибирского тракта, на речке Токовой крестьянин-смолокур Максим Кожевников нашел между корнями вывороченного дерева несколько больших изумрудов. По



Брошь. Редный, чистейший по цвету зеленый изумруд (136,25 кар.), бриллианты, золото, серебро. (Из сокровищ Алмазного фонда СССР.)

следам этой находки командир Екатеринбургской гранильной фабрики Я. В. Коковин вместе с рабочими выехал на речку Токовую и прошел ряд шурфов. Им сразу же повезло — шурф попал на изумрудоносную жилу. Первые изумруды были великолепного цвета и высокого качества.

Донесение Коковина об этом произвело в Петербурге сенсацию. За открытие изумрудов Кожевникову выдали денежную премию и собирались поставить памятник на месте, где он нашел первые изумруды, а Коковина наградили орденом.

Первый прииск оказался самым счастливым. Он дал много прекрасных изумрудов. Изумруд в виде груши весом в 101 карат, оцененный в 6075 рублей, был преподнесен императрице. Красивый изумруд послали в Берлин в подарок знаменитому Гумбольдту. Царь подарил прусскому принцу Вильгельму одиннадцать кристаллов изумруда для колец и серег.

В Алмазном фонде СССР хранится уникальная бриллиантовая брошь с уральским изумрудом весом в 136 карат. Некоторые специалисты утверждают, что этот изумруд «лучший из лучших, перед которым бледнеют изумруды Великих Моголов и герцога Девонширского».

# О СОРТАХ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

На садовом участке

Каждый, кто получает садовый участок, спешит его освоить и засадить разнообразными культурами. Как правило, участки у садоводов-любителей небольшие, а желание посадить как можно больше разнообразных культур и сортов приносит в последующем много разочарований. Чрезмерное загущение сада снижает урожайность растений. Посадка случайных сортов засоряет участок малопродуктивными растениями, заносит болезни и вредителей.

Спешить можно с обработкой почвы, ее окультуриванием, мелиоративными работами, но нельзя торопиться с посадкой ягодных кустарников и плодовых деревьев, ведь их высаживают не на один год.

Каким же сортам отдавать предпочтение?

О результатах своих наблюдений за сортами черной смородины в Одинцовском районе Московской области рассказывает садовод-опытник, действительный член Московского общества испытателей природы Л. А. Батурин. Смородину и другие ягодные культуры он выращивает на участке уже в течение 30 лет. Почва на участке — 25—35 см культурного слоя, 20—35 см песчаного суглинка, ниже 15 м крупнозернистого песка.

Насчитывается около 200 сортов и гибридов черной смородины, выведенных селекционерами для промышленного и любительского садоводства. Есть ряд гибридов, не отвечающих требованиям промышленного садоводства, но весьма ценных для любителей.

Какие же сорта черной смородины можно признать лучшими для садоводов-любителей? Очень важно, чтобы выбранный вами сорт был урожайным, самоплодным, с высоким содержанием витамина С, скороплодным и устойчивым к вредителям и болезням. В этом случае можно посадить меньшее количество кустов и занять меньшую площадь в саду, а получить большее количество ценных ягод.

В течение последних 15 лет я проводил наблюдения за такими сортами и гибридами черной смородины, как Белорусская сладкая, Минай Шмырев, Кантата, Паулинка, Алтайская десертная, Черная Лисавенко, Голубка, Зоя, Студенческая, Улыбка (19—17), Детско-сельская (21—110), Московская, Компактная, Память Мичурина, Лия плодородная, Победа. Особое внимание было уделено выделе-

нию сортов и гибридов черной смородины скороплодных и устойчивых к мучнистой росе, махровости, почковому клещу. Такие болезни, как мучнистая роса и махровость, а из вредителей почковый клещ, превратились в бич черной смородины, резко снижающий урожай, а иногда и сводящий его к нулю.

Вот результаты моих наблюдений. Особое внимание обращаю на сорт Белорусская сладкая, выведенный селекционером, доктором сельскохозяйственных наук А. Г. Волузыным в Белорусском научно-исследовательском институте картофелеводства и плодовоовощеводства, и гибрид Улыбка (19—17), полученный селекционером, кандидатом сельскохозяйственных наук Е. И. Глебовой в Ленинградском сельскохозяйственном институте.

Самыми скороплодными на участке оказались гибрид Улыбка и сорта Детско-сельская, Студенческая и Белорусская сладкая — они начали плодоносить уже на следующий год после посадки. Кусты Улыбки, посаженные осенью 1979 года и весной 1980 года, дали в 1981 году урожай по 3 кг с куста, Бело-

русская сладкая — немного меньше: 1,2 кг с куста. Другие сорта дали ягоды лишь на третий-четвертый год после посадки.

Вступив в плодоношение, Белорусская сладкая стала быстро наращивать урожай, на четвертый-пятый год она дала уже по 6—8 кг с куста. Средняя масса ягод Белорусской сладкой — 0,9—1,3 г, созревание их несколько растянуто, что весьма благоприятно для садоводов-любителей, так как удлиняет время потребления свежих ягод.

У гибрида Улыбка ягоды крупнее — 1,6—1,7 г, но созревают они раньше, чем Белорусская сладкая, и очень дружно — в 5—6 дней.

Ягоды у одного и другого сорта очень вкусные, с высоким содержанием витамина С — 229 и 225,3 мг%. Особенно много сахара в ягодах Улыбки — 9,86%. Можно съесть 150—200 г этих ягод и не набить оскомины.

Зима 1978—1979 годов была холодной, температура, хотя и на короткое время, опускалась до —43,5° С. После такой зимы сорта Зоя и Черная Лисавенко были без урожая, Алтайская десертная имела урожай ниже среднего, Память Мичурина — средний, а Белорусская сладкая — высокий, Улыбка такой проверки пока не прошла, так как после 1979 года зимы были сравнительно теплые.

Сильно ослабляет растение мучнистая роса, в результате этой болезни кусты зимой подмерзают и на следующий год урожай на них снижается. Устойчивыми к мучнистой росе на моем участке оказались сорта Белорусская сладкая, Улыбка и Студенческая. Остальные сорта были в разной степени, но повреждены этим заболеванием, особенно Алтайская десертная, Память Мичурина и Московская. Поражены бы-





Гибрид Улыбка на следующий год после посадки.

ет отнести и такой фактор, как самоплодность. Ведь во время цветения смородины порой бывает холодная и дождливая погода, насекомые в такую погоду опыляют кусты плохо.

Таким образом, как показали результаты моих наблюдений, лучше всего в Подмосковье проявляют себя сорта Белорусская сладкая и гибрид Улыбка.

Белорусская сладкая — куст сильнорослый, Улыбка — раскидистый с ломкой древесиной. Выращивать оба этих сорта лучше на шпалере. Ветви смородины, подвязанные к проволоке, значительно лучше освещаются, не полегают и не ломаются под тяжестью снега и урожая. Облегчается обработка почвы и уборка урожая, так как не приходится одной рукой держать ветвь, а другой собирать ягоды.

Под кустами черной смородины почву я перекапываю, а за пределами кроны сею газон. Траву скашиваю каждые 8—10 дней, размельчаю ее и оставляю как удобрение.

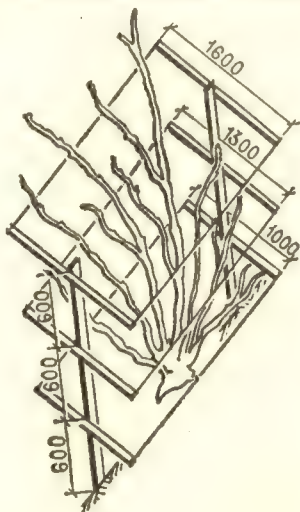
Рано весной, как только начнет оттаивать земля, вношу азотное удобрение — 30—35 г натриевой селитры или 10—12 г мочевины на 1 кв. м. После цветения снова вношу азотное удобрение в тех же количествах. В июне, во время подкормки яблонь, подкармливаю и смородину. Делаю гидробуром вокруг кустов по 4—6 проколов на глубину 30—40 см. В каждую скважину вливаю по 1,5—2 л раствора фосфорно-калийных удобрений. Для раствора беру на 10 л воды 60—70 г полного удобрения с микроэлементами. Ежегодно осенью почву под кустами перекапываю с внесением удобрений: один раз в два-три года вношу навоз (10—15 кг под куст), в остальные годы фосфорные и калийные удобрения (50—60 г гранулированного суперфосфата или 25—30 г двойного суперфосфата и 20—25 г хлористого калия на 1 кв. м).

ли сорта Черная Лисавенко и Зоя, хотя значительно меньше. Слабо пострадали от этой болезни Паулинка, Минай Шмырев, Кантата и Детскосельская.

Устойчивыми к почковому клещу и махровости оказались сорта Белорусская сладкая, Улыбка, Детскосельская, Минай Шмырев, Кантата, Паулинка, Зоя и Черная Лисавенко. За годы наблюдений я не заметил на этих сортах никаких повреждений, в то время как Алтайская десертная и Победа были сильно поражены почковым клещом, а Память Мичурина и Студенческая несколько меньше. Махровостью Алтайская де-

сертная, Победа и Память Мичурина поражались в равной степени.

К достоинствам сорта Белорусская сладкая следу-



Конструкция шпалеры для выращивания кустов смородины умеренного роста и высокорослых.

## КАК ПРАВИЛЬНО?

Редакция получает много писем, содержащих вопросы о правильности словоупотребления и построения предложения, просьбы объяснить происхождение слов и выражений, дополнения к опубликованным языковедческим материалам.

Публикуем в этом номере обзор писем, подготовленный доктором филологических наук Л. И. Скворцовым, заведующим сектором культуры речи Института русского языка АН СССР.

Думается, что затронутые вопросы будут интересны многим читателям — по этому принципу и отбирались письма для ответа на страницах журнала.

Доктор филологических наук Л. СКВОРЦОВ.

Большинство писем, переданных мне редакцией, свидетельствует о возросшей лингвистической грамотности читателей, о серьезном интересе к специальным языковым вопросам, а подчас даже и к тонкостям нашей речи, в частности к стилистическим отличиям профессиональных слов, форм и выражений от общелитературных. Это письма интересные, содержательные, они, безусловно, требуют комментариев специалиста. С удовольствием отвечаю на такие письма.

Семья Архангельских возвращается к разъяснению выражения **скатерть-самобранка**. Читатели полагают, что оно восходит к древнерусскому **брашно** — «пища, кушанье, хлеб», а не к глаголу **брать** — беру. «Корень **бран**, — пишут они, — вряд ли связан с глаголом брать. Скорее он указывает на главное качество: эта скатерть сама, без постороннего вмешательства, подает **брашно**».

Скажем сразу, что древнерусское слово было **борошно**, а **брашно** — это старославянизм. Оба эти слова в своих истоках связаны с такими значениями, как «полба, крупа, мука», а уж через них и с «питанием, кормлением, пищей». Однако скатерть называется не **самобранная**, а **самобранная** — от глагола **брать**. Древнее его значение сохранилось в слове **беремя**; исконный смысл его: «нести, приносить, давать, собирать». Таким образом, **скатерть-самобранка** — это **скатерть-самоборка**, которая сама себя уставляет, убирает для еды. Отметим, что все однокоренные слова содержат именно отглагольную основу во второй части: **самоделка** (от **делать**), **самокрутка** (от **крутить**), **самоучка** (от **учить**) и многие другие.

Экономист А. Г. Волков отмечает, что слова **сверстник** и **ровесник** в научной демографической литературе обозначают разные понятия: **сверстники** — это люди одного или близкого возраста, одного поколения, а **ровесники** — одноклассники, т. е. родившиеся в одном и том же календар-

ном году. Для специалистов такое разграничение очень важно.

Надо сказать, однако, что в общелитературной речи, где нет необходимости в строгой терминологизации, эти слова с давних пор стали вполне однозначными. Отличия состоят лишь в особенностях их сочетаемости. Мы говорим: «**ровесники Октября**», «**ровесники первой пятилетки**», то есть употребляем это слово образно, метафорически. У слова «сверстник» такого значения нет. Сходную картину наблюдаем мы в словах **гололедец** и **гололед**. В общелитературном употреблении — это абсолютные синонимы, что и отражено в толковых словарях русского языка. Однако в профессиональной речи синоптиков и метеорологов **гололедец** («лед на дорогах») и **гололед** («корка льда на деревьях, провалах и т. п.») строго разграничиваются. Кстати, это отражается в радиосводках погоды.

В письмах содержатся и вопросы о происхождении слов и выражений. Читатель Е. А. Ижедеров интересуется происхождением слова **скорняк** и выражений **дело в шляпе** и **словно тать в ночи**.

**Скорняк** («мастер по выделке мехов и шкур») образовано от древнего **скура** в значении «шкура, кожа». Сравните слова того же корня: **кора** (дерева) и **корка** (хлеба), **скорлупа** (яйца) и **заскорузный**, т. е. «покрытый коркой». Из **скура** (скара, скура) появляется — не ранее XVII века — современное **шкура**, однако в специальной терминологии сохранилось и закрепилось старое **скорняк** (сравните также **скорь** — «шубная моль»).

Русское выражение **дело в шляпе** по своему происхождению и смыслу связано с другим — **бросить жребий**, т. е. «решить какое-нибудь дело с помощью меченых предметов». **Жеребей метать**, **после не хлопотать**, говорилось в старину. В Словаре В. И. Даля читаем: «**Дело в шляпе** — от жеребья: сложено, готово, кончено». В самом деле. Шерстяная шляпа — колпак, народ-



# НОВОЕ И СТАРОЕ В РЕЛИГИОЗНОЙ ФИЛОСОФИИ

Доктор философских наук М. МЧЕДЛОВ.

Всякий раз, когда возникал конфликт между реальным содержанием христианских догматов и изменившейся реальностью и религия становилась уязвимой мишенью для критики, она в значительной мере обновлялась, получая идеологическое обоснование со стороны теологов. При этом теологи, занятые обновлением ими же прокламируемых в качестве «богоданных и неизменных» догматов веры, не останавливались даже перед тем, чтобы самому символу веры, вступавшему в резкое противоречие с массовым религиозным сознанием, дать такое толкование, которое в той или иной мере могло бы привести его содержание в соответствие с новой обстановкой, сделать приемлемым для обновленного массового религиозного сознания.

...Любая религия для поддержания своего влияния должна пропагандировать догматы таким образом, чтобы быть принятой в культурно-исторической среде, в которой она в данный момент существует... Однако более или менее основательная модернизация теологии чревата подрывом всего религиозного комплекса, отрывом модернистской теологии от религиозной традиции вообще, утратой ею своей специфической функции и превращением в одну из разновидностей светской идеалистической философии. Стремление преодолеть эти «чрезмерные крайности», с минимальными потерями для религии пройти между Сциллой и Харибдой и порождает разделение теологов на ортодоксов-фундаменталистов и либералов-модернистов.

Ортодоксальные теологи неизменно стоят на страже сложившихся систем, видят в сохранении традиционных идеологических устоев данной религии залог ее авторитета, устойчивости, долговечности.

Преследуя те же цели, либералы в условиях глубокого кризиса религии ратуют за всемерное и разностороннее приспособление ее к новой обстановке...

Существенными переменами, происходящими в теолого-философских системах, можно считать выдвигание на первый план проблем взаимоотношения веры и разума, религии и науки. В век научно-технической революции такая тенденция вполне понятна.

Философы и теологи всех религиозных

Фрагменты из книги М. Мчедлова «Религия и современность», которая готовится к изданию в Политиздате. См. также «Наука и жизнь» № 6, 1982.

направлений, учитывая широко распространившуюся в наше время убежденность в силе научного познания, всячески рекламируют свою благосклонность к современной науке, распространяют в различной форме тезис о том, что только благодаря религии наука способна в полной мере пожать плоды своей деятельности.

Суть обновленных трактовок отношения к науке, культуре, достижениям цивилизации наглядно прослеживается на примере современной католической теологии и философии. Обратимся в этой связи к неотомизму, который на протяжении десятилетий выступает в качестве официальной философии церкви. Хотя неотомизм имеет большой опыт псевдорационалистической аргументации, однако именно в этих вопросах сказывается его непреодолимая слабость и ущербность, вытекающие из иррационалистического, антинаучного существа любой религиозной философии.

В самом деле, отталкиваясь от томистского учения о возможности познания материальных вещей с помощью человеческого разума и о невозможности противоречий между верой и разумом, католицизм традиционно считает себя вправе отвергать любой вывод опытных наук, противоречащий его вероучению. Наука, изучающая конечные явления, сам предмет любой отрасли естествознания, представляется в лучшем случае лишь как путь, приближающий к пониманию божественной сущности.

Тезис о невозможности противоречий между наукой и религией при условии, что последнее слово остается за религией, постоянно фигурирует в официальных папских документах, хотя во второй половине XX века церковь вынуждена декларировать эту идею в более осторожной форме, исключаящей прежние резкие, откровенные угрозы — «предать анафеме», «запретить», «серьезно предупредить» и т. д. Подобный налет «либерального дозволения» науки, активно популяризируемая церковью идея о широком просторе для свободного исследования в лоне религии в последнее время занимают все большее место в ее тактике и официальных документах. Это кокетничанье с наукой, связанное с характерным для любой современной религии стремлением идти в новых условиях «рядом» с наукой, нащупать пути теологической интерпретации ее конкретных открытий и достижений, нашло свое выражение, в частности, в учреждении Ватиканом спе-



циальной Академии наук (1936 год), в создании в разных странах мира сети десятков университетов и других исследовательских учреждений.

В новых условиях обскурантистская сущность отношения религии к научному знанию проявляется преимущественно в том, что идеологи церкви стремятся своим толкованием смысла, назначения и этической значимости науки дискредитировать в первую очередь ее мировоззренческую роль, социально-гуманистическую значимость.

Это осуществляется с помощью неотомистской трактовки роли конкретных наук, значения философии и теологии в общей системе знаний.

Неотомистская субординация науки, философии и откровения исходит из того, что наука и философия принадлежат к области естественно познаваемых истин, а вера позволяет человеку познавать истинные, не открываемые никакими естественными средствами, а получаемые в результате откровения.

При таком разграничении «компетенций» религии и науки наука не лишается права открывать и устанавливать отдельные явления и факты в любых отраслях эмпирического знания — от характеристики особенностей элементарных частиц атома до законов движения межпланетных ракет; ей не отказывается в праве совершенствовать технологию производства, развивать технику; за ней также признается практическое значение в быту. Однако наука, позитивно описывающая факты и эмпирически изучающая физический мир, согласно теологическим взглядам, не может делать мировоззренческие выводы, теоретические обобщения.

Такое понимание науки ограничивает компетенцию научного познания лишь рамками явлений, внешней стороной вещей. А познание их сущности будто бы достижимо только для метафизики и религии. Принимая 22 декабря 1980 года группу ученых — лауреатов Нобелевской премии, папа Иоанн Павел II развивал идею об опасностях и зловещих последствиях использования научных открытий, сделанных человеческим гением. Основную причину этих страшных последствий для рода человеческого, будь то в сфере экологии или атомной энергии, он видит в самодовлеющем понимании технических и научных достижений, в забвении высших религиозно-нравственных ценностей. «Наука, одна наука, — подчеркнул папа, — не в состоянии дать полный ответ о проблемах смысла жизни, значения человеческой деятельности. Это можно раскрыть лишь в том случае, когда разум, возвышаясь над физическими данными, обращается к метафизическим концепциям». II дальше идет вывод, что опасности ошибок разума человека, который, по словам папы, «на одной ноге висит во мраке», можно преодолеть лишь благодаря свету веры.

Аналогичные идеи развивал папа Иоанн Павел II и на встрече с учеными и студентами 15 ноября 1980 года, обосновывая

необходимость органической связи веры и разума. Прошлые конфликты, о которых, по словам папы, церковь вспоминает с сожалением и пониманием своих ошибочных действий, объявлены «превзойденными». Ныне четко различаются сферы познания веры и разума, признается автономия и независимость науки, свобода исследований. Наука, оставаясь в своих рамках, в принципе не может противостоять вере. Всемерно подчеркивая необходимость развития науки и техники, которая лежит в основе современной культуры, папа в то же время предостерегал от представлений о том, что наука сама по себе может дать ответ о смысле научных исследований и технических достижений, судить о гуманистическом или антигуманистическом смысле своих деяний и т. д. Всего этого можно-де избежать благодаря вере, призванной правильно направлять действия ученых.

Итак, несмотря на все реверансы в сторону науки, несмотря на признание колоссальных заслуг и достижений науки и человеческого разума, все же и сегодня наблюдается неправомерное стремление религии присвоить себе монопольное право на мировоззренческие выводы из достижений естественных наук. Разоблачая суть подобных фидеистских популяризаций, В. И. Ленин писал: «Мы вам отдадим науку, г. естествоиспытатель, отдайте нам гносеологию, философию, — таково условие сожителства теологов и профессоров в «передовых» капиталистических странах».

Католические теологи, устрояя науку от решения мировоззренческих проблем, исходя из того, что опытные исследования раскрывают свойства посюстороннего, физического, чувственно воспринимаемого мира и не в состоянии что-либо утверждать о сверхчувственных (интеллигибельных), метафизических сущностях. Последние — компетенция метафизики, непосредственно опирающейся на церковные догмы.

Именно метафизика (философия), являющаяся в системе неотомизма своеобразной наукой наук и оперирующая общими понятиями, углубляется в сущность вещей, недоступную-де конкретным наукам...

Современный фидеизм осуществляет свою традиционную функцию дискредитации научного знания, его объективной ценности и функций, используя все более утонченные средства, в том числе приукрашивание истории взаимоотношений науки и религии, ограничение функций науки, неспособной-де проникнуть в сущность важнейших закономерностей бытия, пропаганду положения о различной сущности знания и духовных ценностей, умаление революционно-преобразующей функции науки и т. д.

В кампании по пропаганде «сотрудничества» религии и науки, церкви и культуры наблюдаются в основном следующие тактические линии: фальсификация и реабилитация истории воинственной обскурантистской практики; и в случае, если это невозможно, попытка отмежеваться от прошлого, провозгласить «новую эру» сердечного согласия и сотрудничества с наукой, ее





Картина Ж. Н. Робера-Флери «А все-таки она вертится!».


деятели. В первом случае доказывается, будто во все времена церковь выступала покровительницей науки и искусства; гонения же на передовых мыслителей лишь «досадные недоразумения», вызванные случайными причинами (вроде отдельных заблуждений того или иного деятеля церкви). Эта версия преподносится в монографиях, статьях, буквально наводнивших книжный рынок капиталистических стран.

Между тем хорошо известно, что несмываемым позорным пятном в истории христианства, как и других религий, является многовековая практика гонений на науку, культуру, стремление пресечь и ликвидировать любые не согласующиеся с данным вероучением идеологические, культурные течения и направления.

Ныне модернистски настроенные теологи, стремясь не выглядеть откровенными ретроградами и отвести от церкви справедливые обвинения в obscurantisme, все настойчивее требуют отмежеваться от позорной для религии практики гонений на науку и ее деятелей, призывают действовать в гармонии с современной культурой, цивилизацией. Знаменательны в этой связи требования католических обновленцев покончить с «эрой Галилея». На II Ватиканском соборе епископ Эльхингер предложил даже реабилитировать самого Галилея.

В первой французской газете, которая так и называлась — «Ля газет», в № 131, от 31 декабря 1633 года, мы находим сообщение о приговоре Галилею. Во втором абзаце новостей из Рима (заметим, что шли эти новости до Парижа целый месяц) говорится: «Здесь опубликован приговор Инквизиции, содержащий осуждение мнения знаменитого математика Галилео Галилея из Флоренции, возрастом 70 лет, который учил, что движется именно Земля, а не Солнце, которое, как он полагал, находится в центре мира. Он осужден, так как это мнение противоречит священному писанию. Об этом я позже сообщу подробнее».

311



No. 131.

# GAZETTE

De Rome, le 30. Novembre 1633.

**L**es Espagnols sont mal-contens de n'avoir pu obtenir de Sa Sainteté qu'elle fust en personne à l'Eglise del Anima y dire la Messe, & faire chanter le Te Deum en réjouissance de la victoire des Impériaux en Allemagne. Les Cardinaux y sont bien allés avec grand nombre de peuple; apres laquelle ceremonie furent tirez plusieurs coups d'artillerie: Et les Cardinaux Borgia, Caetan & Aldobrandin Compteur du patrimoine de la maison d'Autriche en Allemagne, les Ambassadeurs & autres partisans d'Espagne, en ont ici fait force feux de joye. Car vous savez qu'une victoire bien profnée en vaut deux.

On a ici publié la sentence de l'Inquisition, portant condamnation de l'opinion de Galileo Galilei Florentin, Mathématicien fameux, âgé de 70. ans, qui enseignoit que c'est la terre qui se remue, & non pas le Soleil, qu'il fust tenoit estre le centre du monde: comme cette opinion estant contraire à la Sainte Ecriture: dont je vous informeray plus amplement. *De l'Espece, le 2. Decembre 1633.*

Le 26. du passé sur les huit heures du soir, mourut ici l'Ambassadrice de France, en la 22. année de son aage, au sixieme mois de sa grossesse, n'ayant esté que 34. heures malade. Cette Republique envoya à l'infant les Deputez à l'Ambassadeur son mary se condouloir avec lui de cette mort. Et ayant trouvé dans ses registres un pareil accident arrivé il y a trois cens ans à une Ambassadrice d'Espagne, à laquelle furent faits de grands honneurs funébres, lui en prépare encor davantage. *De Schaffouse, le 16. Dec. 1633.*

L'eloignement d'Aldringuer, & de Féria n'empêche pas que les Suisses n'en appréhendent le retour; ce qui les fait mourir de tout. Ces deux armées Impériale & Espagnole, sont tantost minées de se diviser, & tantost se rapprochent; elles ont passé les rivières du Danube, &

OOOooo



Очевидно, что политика отказа от «эры Галилея» касается более широкого круга вопросов, чем только вопрос об отношении к личности Галилея.

В кампании по отмежеванию от компрометирующих религию исторических фактов сегодня участвуют и высшие церковные иерархи. В ноябре 1979 года папа Иоанн Павел II на заседании ватиканской Академии наук, посвященном 100-летию со дня рождения Альберта Эйнштейна, признал несправедливость и ошибочность преследований церковью Галилео Галилея. Говоря о том, что инквизиция в 1633 году вынудила ученого отречься от теории Коперника о гелиоцентрической системе мира, папа отнес это за счет людей и учреждений церкви, не понимающих необходимость автономии науки и считавших, что наука и вера противостоят друг другу. Призывая теологов и ученых «беспристрастно признавать ошибки, кто бы их ни совершал», папа выступил за устранение препятствий «к плодотворному согласию между наукой и верой, между церковью и миром».

В наши дни религиозная пропаганда всех направлений старается оперативно реагировать на все крупные достижения науки и техники, с тем чтобы подчеркнуть свое расположение к науке и заодно истолковать их в удобном для религиозной доктрины духе. Характерна позиция католицизма по отношению к величайшему достижению современной науки и техники, положившему начало освоению космоса. Приветствуя в специальном заявлении первые полеты советских космонавтов, папа Иоанн XXIII в то же время подчеркивал, что это — продолжение того «исследования вселенной, к которому призывает священное писание на своих первых страницах», и выразил пожелание, чтобы «эти подвиги приобрели значение дани человека богу, высшему творцу и законодателю».

Модификация отношения религиозных институтов к научному и культурному прогрессу не означает изменения сущности их концепций. Благословение ученых, восхваление научно-технических завоеваний вовсе не свидетельствуют об исчезновении философских гегемонистских претензий. В рамках ортодоксальных философских учений (например, неомизма) они остаются неизменными, по сути своей обскурантистскими, способствуя дискредитации среди все более широких кругов интеллигенции буржуазных стран религиозной доктрины и препятствуя широкой реализации «обновленческих» идей. Поэтому наиболее радикальные теологи-модернисты требуют создания новых теолого-философских систем, призванных помочь «формированию религии», соответствующей веку науки, выступают за такие теологические направления, которые могли бы сегодня получать непосредственное научное обоснование, учитывать новые философские и научные знания.

Этот процесс в католической философии во многом связан с именем французского мыслителя, крупного геолога и палеонтолога Пьера Тейяра де Шардена (1881—

1955). Заслугу оптимистической и эволюционистской системы Тейяра, ратующей за модернизм, теологи видят в том, что догматические средневековые представления, не соответствующие психическому и умственному складу современного человека, он пытается заменить религиозными принципами, опирающимися на гуманистические идеи и данные науки XX века. Эти новые средства укрепления веры, с точки зрения модернистов, более эффективны: «Как искра, попавшая в кустарник... мысль отца Тейяра воспламенила наши умы. Она принесла огонь, в котором мы нуждались».

Широкая дискуссия вокруг тейярдизма в религиозной и светской буржуазной философской литературе начала разгораться приблизительно с середины 50-х годов. Официальная церковь ополчилась против философских трудов Тейяра — члена ордена Иисуса. Его основные философские труды («Феномен человека», «Божественная ереда», «Энергия человека») были запрещены церковью в разные годы, начиная с середины 20-х годов и вплоть до смерти Тейяра. Тейяр был отстранен от преподавательской деятельности в колледжах и институтах; руководство ордена не разрешало ему публично выражать свои взгляды, даже запретило его выступление на международном конгрессе палеонтологов. Ватиканская конгрессия священной канцелярии не раз выносила решения (в 1957, 1962 годах), предостерегавшие против увлечения трудами Тейяра де Шардена, требовавшие их изъятия из библиотек семинарий и других католических учреждений, запрещавшие их продажу в церковных книжных магазинах.

Сторонники и последователи Тейяра, преследуя разные цели и по-разному интерпретируя его взгляды, создают всевозможные общества и комитеты, привлекая в них крупных ученых, политических деятелей, публицистов, философов, с тем чтобы распространять идеи тейярдизма.

Они исходят из необходимости отказа от односторонней ориентации на давно устаревшие философские доктрины, ратуя за «плюралистический» подход в философии. В последнее время эта тенденция получает все большее внимание и даже поддержку среди ватиканского руководства. Например, в послании Павла VI руководителю доминиканского ордена (специально направленном в 1974 году в ходе пропагандистской кампании по случаю 700-летия со дня смерти Фомы Аквинского) наряду с традиционным восхвалением доктрины св. Фомы, рекомендациями руководствоваться томистским учением о гармонии разума и веры имеются и примечательные оговорки. Папа говорил о необходимости проводить «различие между верой и теологическими разработками», использовать современные средства, дающие возможность говорить о боге в более совершенной и убедительной форме, сочетать основные положения томистской философской системы «с новейшими достижениями светских наук».



В современных официальных документах католической церкви (в том числе соборных и папских) встречаются и прямые ссылки на труды Тейяра де Шардена.

Центральный пункт философии Тейяра — идея развития, трансформизма как непрерывного и тотального процесса, которому подвержены все явления. Всеобщий закон естественного развития, беспрерывная эволюция наглядно прослеживаются в конструируемой мыслителем картине космогенеза, в которой разные ступени эволюции взаимопроникают и продолжают одна другую в результате количественных изменений на новом, более высоком качественном уровне. Эволюция материи продолжается в эволюции жизни, последняя — в эволюции сознания.

Тейяр глубоко убежден в истинности дарвиновской теории биологического развития; более того, он считает, что вообще без учета принципа развития не может существовать и прогрессировать ни одна область естествознания или обществознания. Концепция Тейяра распространяется на все основные уровни эволюции неживого, живого, социального. Тейяр — ученый, и различные этапы мировой эволюции он обосновывает данными современной науки. В результате его натурфилософское учение, представляющее мир как всеобъемлющий процесс поступательного развития, оказалось фактически свободным от традиционных богословских трактовок творения, роли божества, бессмертия души и т. д.

Попытка соединения научной картины мира со своеобразным идеалистическим пантеизмом сочетается у Тейяра, однако, с явным телеологизмом. «Тотальный психизм» Земли, всеобщая «одухотворенность» и «жизненность» не завершаются, по Тейяру, в человеке, последний непрестанно «спиритуализируется и стремится к некоему высшему духовному центру». Он вводит целесообразность в строгую закономерность эволюции, которую представляет с самого начала как целеустремленное восхождение к сознанию, далее к «гармоничной коллективности» сознаний и, наконец, к высшему духовному центру («пункту Омга»); именно здесь концентрируется сознание, постепенно освобождающееся от Земли. И здесь обнаруживается принцип, отмечает ученый, «который нам требовалось найти, чтобы объяснить как настойчивое движение вещей к более сознательному, так и парадоксальную прочность самого хрупкого». Таким образом, к высшему духовному центру, к «пункту Омга», к богу, приводят все законы эволюции, к нему человечество приходит через науку. Итак, существование божества, его необходимость «обосновываются» научными данными, а не просто постулируются ссылками на «священное писание», учение церкви. Именно в этом видят значение системы Тейяра модернистски настроенные религиозные деятели. На посвященном тейярдизму международном симпозиуме, состоявшемся в Сан-Франциско в мае 1971 года, заслуга Тейяра усматривалась в том, что он как ученый и христианин

пытался создать образец религии в век науки, своеобразную «теологию природы».

Натурфилософия, гуманистическая этика, оптимистические искания Тейяра покоятся на попытке синтеза несовместимых явлений — науки и религии, активной преобразующей деятельности человека и телеологии, достижений конкретных естественных наук и некоего трансцендентного духовного центра — основы всеобщей связи мира и его конечной цели...

Отмечая мистические черты и антинаучные цели тейярдизма, стремящегося примирить рациональное и иррациональное, знание и веру, представить религию в обновленном виде, увидев ее в достижениях науки, следует подчеркнуть, что Тейяр вместе с тем во многом порывает с официальной томистской традицией и церковной догматикой.

Не случайно эта система вызвала столь противоречивые чувства и настроения среди католических теологов — от восторженных надежд преодолеть при помощи тейярдизма современный кризис христианства до гневных призывов придать тейярдизм анафеме.

Конечно, многое у Тейяра не согласуется с официальной догматикой. Уже проблема происхождения человека, особенно его сознания, резко противоречит учению церкви. Известно, что после десятилетий ожесточенной и бесплодной борьбы с теорией Дарвина, с идеями биологической эволюции католическая церковь вынуждена была признать эволюционную теорию хотя бы по отношению к человеческому телу. Однако известная энциклика папы Пия XII «Гумани генерис» (1950 год) решительно выступила против эволюционного объяснения происхождения души. Острые этой мракобесной декларации было направлено и против тейярдизма.

Пропагандируя идеи папской энциклики и стремясь обосновать традиционную трактовку души, католические философы-традиционалисты подчеркивают, что «каждая человеческая душа подлинно уникальна и, будучи бессмертна, не может измениться и стать чем-то другим, ибо в этом случае она утратила бы тождество с собой».

Разумеется, Тейяр, введя понятие всеобщего «психизма», разные уровни которого присущи-де каждой форме материи, стремился избежать представления о душе как о продукте материи. По существу, он не отбрасывает религию, а преобразовывает и модернизирует ее. Можно на многих примерах показать, как воздействие этой обновленной религии снижает научную ценность системы взглядов Тейяра, но именно эта модернизированная теология привлекает внимание теологов-модернистов.

Трансформизм, лежащий в основе системы Тейяра и опирающийся на некоторые близкие материализму и диалектике идеи (преемственность и взаимозависимость явлений бытия, биологическая эволюция как частный случай всеобщего трансформизма), поставил под удар многие христианские «истины». В частности, система Тейяра по-



казывает несостоятельность краеугольных догматов теологии — о сотворении человека, о происхождении человечества от одной пары людей, о первородном грехе, искуплении, зле, посреднической функции церковной организации и т. д. Тейярдистское понимание «творения» как процесса, по существу, отождествление им «творения» и эволюции, пантеистическая трактовка божества противоречат христианскому учению о трансцендентной и неизменной сущности бога, с которым, кстати, никак не согласуется и признание Тейяром возможности существования жизни на других планетах.

Особо следует подчеркнуть гуманистическую значимость взглядов Тейяра, его оптимистическую веру в разум человека, в его прогрессивное развитие, в будущее.

Высшим выражением всего предшествующего хода развития Вселенной, согласно тейярдизму, является человек. Он «ось и вершина эволюции», сознающей самое себя, свою природу, способной устроить коллективное братское общежитие всех народов и рас на разумных началах. В результате возрастет высшая степень организованности, человек станет хозяином своей судьбы, возьмет в свои руки управление общественным прогрессом; колоссального развития достигнет тогда и наука...

Кардинальные пороки системы Тейяра, а их число значительно увеличивается, когда он затрагивает проблемы общественной жизни, особенно ее будущее, все же не

могут заслонить свойственную ему беспредельную веру в социальный прогресс, подчеркивание ценности человеческого действия, возвеличение труда, научных исследований, места человека в организации будущего общества.

В опубликованных недавно работах Тейяра содержатся страстные призывы к активным действиям человека и весьма своеобразное понимание христианства. «Отныне единственно возможной для человека религией является та, которая прежде всего научит его познавать, любить и пламенно служить Миру, частью которого он является», — пишет ученый.

Ратуя за прогресс общества, Тейяр одновременно выступает за расцвет личности, который должен быть достигнут коллективными усилиями; социализация и персонализация, по мысли философа, «идут рука об руку».

Целенаправленная попытка Тейяра «эмансипировать» теологию от всего арханчного, ветхозаветного, установить новые отношения между религией и обществом, богом и миром, когда последний предстает как живое органическое целое, находящееся в процессе постоянной эволюции, пропагандировать религиозное учение, исходящее из высочайшей ценности труда, земных человеческих действий, научных исследований, технического, интеллектуального и социального прогресса, — подобная попытка, разумеется, по существу, антинаучна, несбыточна, противоречива.

## СЛОВАРИК К СТАТЬЕ

**ДОГМАТИЗМ** (греч. dogma — мнение, учение, решение) — способ мышления, оперирующий неизменными понятиями, формулами без учета новых данных практики и науки, конкретных условий места и времени, то есть игнорирующий принцип творческого развития и конкретности истины.

**ИНТЕЛЛИГИБЕЛЬНЫЙ** (лат. intelligibilis — рассудочный) — философский термин, означающий предмет или явление, постигаемое только разумом или интеллектуальной интуицией. Термину «И.» противопоставляют термин «сенсибельный», означающий предмет, постигаемый при помощи чувств.

**НЕОТОМИЗМ** — официальная философская доктрина католической церкви, основывающаяся на учении Фомы Аквинского. Энциклопедикой папы Льва XIII (1879)

Н. признан единственно истинной философией, соответствующей христианским догмам.

Основу неотомистского учения составляет принцип «Философия — служанка богословия». Н. — теологическая форма современного объективного идеализма. По своим проблемам и терминологии неотомистская метафизика заметно отличается от средневекового томизма, в ней эклектически соединены основные элементы учения Фомы Аквинского (принцип гармонии веры и разума и др.) с отдельными положениями идеалистических систем XVIII—XIX веков. В современных условиях наметилась новая ориентация Н. на приобщение его к современной философии путем синтеза томистских принципов с отдельными положениями и течениями современного философского идеализма.

В основе неотомистской социологии — утопическая идея об идеальном обществе, в котором у власти будут стоять церкви.

**ПАНТЕИЗМ** (греч. pan — все и theos — бог) — философское учение, согласно которому бог представляет собой безличное начало, находящееся не за пределами природы, а тождественное с нею. П. растворяет бога в природе, отвергая сверхприродное начало.

Ныне П. превращен в религиозно-идеалистическую теорию о существовании мира в боге и представляет собой попытку примирить науку с религией.

**ПЛЮРАЛИЗМ** (лат. pluralis — множественный) — концепция (противоположность монизму), по которой все существующее состоит из множества равнозначных изолированных сущностей, несводимых к единому началу.

Концепция П. используется для дискредитации мо-



Отмеченные противоречия, а их количество далеко не ограничивается здесь приведенными (многие из них в марксистской литературе уже подвергались научному анализу<sup>\*)</sup>), порождают возможность различных толкований взглядов Тейяра, выхватывания их отдельных сторон, часто вопреки смыслу системы.

Характеризуя в целом теолого-философскую систему Тейяра, важно подчеркнуть, что это теология, находящаяся в процессе разложения и являющаяся его выражением. Именно поэтому официальные католические идеологи стараются выхолостить те идеи тейярдизма, которые прямо противоречат церковной философско-теологической доктрине...

Анализируя сегодня новые тенденции в теолого-философских системах, важно обратить внимание на метод осуществления всех наблюдаемых модификаций.

Уяснить суть современных идеологических модификаций в рамках тех или иных теологических систем помогает историко-философская традиция и многовековая тактика церкви при выработке официальной «теории», соответствующей духу той или иной эпохи. Как известно, семь веков назад среди различных философских систем

\* В советской литературе исследованию «феномена Тейяра» был посвящен ряд публикаций, в том числе монография Бабосова Е. М. «Тейярдизм: попытка синтеза науки и христианства», Минск, 1970.

томизм получил предпочтение у идеологов католицизма благодаря тому, что он представлял, как пишут современные религиозные историки философии, своего рода «открытую систему», ассимилировавшую элементы различных философских систем. Томизм «переварил» в интересах церкви систему Аристотеля, преодолел чрезмерный рационализм средневековых реалистов и непомерный иррационализм тертуллиановского типа. В результате церковь, оснастив свой идеологический арсенал вполне современными для того времени идеями, использовал для этого соответствующим способом интерпретированные достижения развивающегося опытного знания и философской мысли, смогла во всеоружии выступить против свободомыслия, материалистического мировоззрения, против прогрессивных социальных идей.

В нашу эпоху аналогичная практика, то есть ассимиляция наиболее распространенных учений и перестройка всего религиозного комплекса с учетом требований эпохи, повторяется в рамках различных современных религий. В результате путем своеобразного синтеза, религиозного переосмысления идей, выдвинутых научным, культурным и социальным прогрессом, из которых предварительно выхолащена их материалистическая и революционная суть, постепенно оформляется новое обличье теологии и религиозной философии, противопоставляемых научному, материалистическому мировоззрению.

нистической философской основы марксизма-ленинизма, а также политической системы социализма и оправдания буржуазной демократии.

**СПИРИТУАЛИЗМ** (лат. spiritus — дух) — идеалистическое учение о духовной первооснове мира. Приверженцы С. признают независимое от тела существование души.

**ТЕЛЕОЛОГИЯ** (греч. teleos — цель, logos — учение, слово) — религиозно-философское учение о наличии в мире объективных вневещных целей и целесообразности. Т. выражается в идеалистической антропоморфизации природных предметов и процессов, связывая их с действием целеполагающих начал для осуществления предустановленных целей. Этот тезис предполагает наличие сверхразумного творца, лежит в основе телеологического доказательства бытия бога.

**ТЕОЛОГИЯ** (греч. theos — бог, logos — учение, слово), или богословие, — систематизация вероучения данной религии. Христианская Т., базирующаяся на Библии, постановлениях первых вселенских соборов и учениях «отцов церкви» (на «священном писании» и «священном предании»), делится на основное богословие, догматическое богословие, нравственное богословие, учение о церкви и т. д. Т. присущи крайний догматизм, авторитарность и схоластичность. С Т. смыкается религиозная философия, пытающаяся доказать совместимость Т. с наукой. Критика Т. — неотъемлемая часть научного атеизма.

**ТОМИЗМ** (лат. Thomas — Фома) — ведущее направление в католической философии, основанное Фомой Аквинским.

Основная тенденция современного Т. — теологическая фальсификация новейшего естествознания, попытка

ки «синтезировать» систему Фомы Аквинского с философскими идеями Канта, Гегеля и др.

**ТРАНСЦЕНДЕНТИЗМ** (лат. transcendere — переступать) — термин, означающий, в противоположность имманентному, то, что находится за пределами сознания и познания.

**ФИДЕИЗМ** (лат. fides — вера) — религиозное учение, стремящееся подчинить науку религии, использовать научное знание для защиты религиозных догм. В его основе лежит утверждение, что наука дает лишь знание явлений, фактов, вторичных (физических) причин, но не способна раскрыть первичные (сверхъестественные) причины, объяснить наиболее глубокие источники бытия. «Современный фидеизм вовсе не отвергает науки; он отвергает только «чрезмерные претензии» науки, именно претензию на объективную истину», — писал В. И. Ленин.





## СЕКРЕТЫ АРУТЮНА АКОПЯНА

Арутюну Акопяну присвоено высокое звание Народного артиста СССР. Его творчество завоевало признание в нашей стране и за рубежом. Он лауреат пяти Международных конкурсов, почетный член «Международного магического круга», обладатель Гран-при и Большой золотой медали в Париже, специального приза за элегантность исполнения в Карловых Варах.

Много лет Арутюн Амаякович Акопян ведет в журнале «Наука и жизнь» раздел «Фокусы», снискавший многочисленных почитателей. За это время на страницах журнала опубликованы десятки интересных фокусов. И, наверное, не так уж погрешил против истины поэт Роберт Рождественский, который написал в своем шутилом четверостишии:

Есть маги и волшебники,  
Есть короли обмана,  
Но служит им учебником  
Искусство Акопяна!

Журнал «Наука и жизнь» сердечно поздравляет Арутюна Амаяковича Акопяна с присвоением высокого звания.

Ник. КРИВЕНКО.

Арутюн Акопян — один из немногих мастеров иллюзионного жанра, который выходит на сцену перед публикой «с пустыми рука-

ми». Никаких традиционных столиков, никакого заградочного реквизита.

Впрочем, в свое время все это было — и столик в

глубине сцены и аппаратура. Из сорока лет выступлений на эстраде примерно половину Акопян работал с привычным для многих фокусников реквизитом. За это время накоплен огромный творческий багаж — в репертуаре артиста свыше тысячи иллюзионных трюков. В его квартире в Москве на Кутузовском проспекте и сейчас можно увидеть превеликое множество хитроумных шкатулок, кубиков, никелированных цилиндров, которыми испокон веков пользуются мастера иллюзионного жанра.

Что же побудило его отказаться от всего этого, причем отказаться решительно и бесповоротно?

Здесь, наверное, уместно напомнить, что среди фокусников есть иллюционисты и есть манипуляторы. Цель у них одна — изобретательно и весело ввести в заблуждение зрителей, а средства, приемы разные. Трюки иллюзионистов — это почти всегда результат умелого, артистического использования специальной аппаратуры (яркий пример тому — цирковые аттракционы Игоря и Эмиля Кио). Работа манипуляторов основана преимущественно на ловкости и тренированности рук, на умении отвлечь внимание зрителей от того, что должно быть от них скрыто. Правда, на практике два эти вида почти никогда резко не разграничиваются: многие артисты выступают и как манипуляторы и как иллюционисты.

Арутюн Акопян — убежденный, можно сказать, классический манипулятор. И пришел он к этому далеко не сразу.

— На протяжении многих лет, — говорит он, — я показывал, к примеру, известный трюк со шкатулкой, из которой на глазах у зрителей исчезает большой черный кубик домино. Эффектный трюк? Да, эффектный: был кубик, и нет его, растворился в воздухе... Но однажды я спросил себя: а что дает мне, артисту, демонстрация подобных фокусов, в какой мере требует она от меня профессионального умения, изобретательности, мастерства? Ведь



ресна. Поэтому стоит совершить сюда экскурсию. Против фабрики на реке находятся остатки старой плотины, сузившей русло реки. Весной это препятствие можно проходить без предварительной разведки, летом тут надо быть осмотрительным. Сразу же за Василевом на левом берегу реки расположилась деревня Минцы (96 км). В ней сохранилась плотина старой ГЭС, поэтому байдаркам лучше проходить вдоль левого берега реки. Вблизи этих деревень в Песь впадает ее правый приток — речка Кушаверка.

До Василева и после Минцов по берегам реки встречаются поселения бобров. Если не грести и тихо сидеть в лодке, то можно увидеть и самих зверей.

В окрестных лесах выгодно живет лось, лисы, зайцы, еноты, куницы, белки, заходят на берега Песи волки и медведи.

После деревни Минцы на протяжении нескольких десятков километров вдоль реки не встретишь поселений. Повсюду удобные места для ночевки, кругом много грибов, ягод. Много рыбы: в реке Песи и ее притоках обитают лещ, язь,

судак, голавль, щука, окунь, плотва, налим. Неплохо устроить в этих местах дневку: очень приятна для отдыха, например, левобережная поляна неподалеку от Крутицкого ручья. Местные жители называют это место Островцами (130 км).

Примерно в этих местах Песь покидает пределы Новгородской области, начинается Вологодская земля. На этом переходе туристы слышат иногда гудки тепловоза. Здесь километрах в 20 от реки проходит железная дорога Кобож—Подборье (длина ветки — 95 км). Она построена в годы войны. Неподалеку от разъезда Приворот (136 км) железная дорога пересекает реку Песь. Ориентиром для туристов в этих местах может служить и выстроенная перед железнодорожным мостом на правом берегу реки насосная станция.

И снова туристы спускаются вниз по Песи. В предпоследний день плавания группа проплывает деревню Огарево (150 км). В деревне имеется мост, сразу за ним начинается перекат в двести метров. Перед прохождением моста и переката нужно обязательно осмотреть трассу. Через шесть

## ОТЕЧЕСТВО

### Туристскими тропами

километров — благоустроенный поселок Сазоново (156 км). Право- и левобережные районы поселка связаны между собою мостами. В Сазоново интересно сходить на экскурсию на местный стекольный завод.

Последний участок маршрута — от Сазонова до районного поселка Чагода (175 км), где заканчивается путешествие, туристы преодолевают за 3—4 ходовых часа. Около местной бани можно причалить к берегу и упаковать байдарки и рюкзаки, отсюда до вокзала не больше 400—500 метров.

На местном поезде туристы добираются либо до станции Кобожа, либо до станции Подборье, где пересаживаются на поезд дальнего следования в Москву и Ленинград.

При желании путешествие от Чагоды по реке Чагодоще и далее по Мологе можно продолжать вплоть до Рыбинского водохранилища.

Н. ИВАНОВ (г. Химки).



# УТЕПЛЕНИЕ САДОВОГО ДОМА

Инженер Ю. ПРОСКУРИН (г. Ленинград).

Садовые дома, даже самой легкой конструкции, можно сделать очень теплыми, пригодными для удобного обитания с ранней весны до глубокой осени.

Как известно, основные потери тепла в доме происходят через стены, пол, потолок и окна. Дискомфортные условия наступают в том случае, если разница между температурой воздуха в помещении и температурой внутренней поверхности стен превышает  $6^{\circ}$ , а перекрытий  $4^{\circ}$ . Наилучший тепловой комфорт обеспечивается при разнице температур около  $3^{\circ}$ .

Больше всего тепла теряется через стены и окна. Мы не будем сейчас останавливаться на теплоизоляции окон — этот вопрос

достаточно известен: двойное остекление, плотная подгонка рам, замазка всех щелей уменьшает потери тепла. Рассмотрим более подробно особенности утепления стен.

Теплоизоляционные свойства стен зависят от нескольких фактов: от толщины теплоизоляционного слоя, от тщательности укладки изоляционного материала, а также от эффективности пароизоляции и ветрозащиты. В первую очередь следует обратить внимание на пароизоляцию (влагозащитный слой) и ее размещение в стеновой конструкции. Дело в том, что теплоизолирующий материал, например, минеральная вата, при насыщении парами утрачивает свои теплоизоляционные свойства. Коэффициент теплопроводности некоторых веществ при  $t = 20^{\circ}$  имеет такие показатели (в ккал/м·ч·град.):

воздух — 0,022  
вода — 0,59  
лед — 2,0  
минвата — 0,04.

При увлажнении утеплителя воздух вытесняется из его пор и замещается водой, которая проводит тепло в 25 раз лучше. Повы-

шение влажности теплоизоляции всего на 10% приводит к снижению теплозащитных показателей вдвое. Замерзшая вода еще более ухудшает свойства утеплителя. Вот почему на устройство надежной пароизоляции нужно обращать серьезное внимание.

Известно, что давление внутреннего, теплого воздуха в помещении всегда выше, чем наружного, холодного. Поэтому теплый воздух стремится проникнуть через строительные конструкции наружу. Проходя через стены, перекрытия, теплый воздух, который содержит водяной пар, у-

Схема распределения давления воздуха в доме. А — в холодное время теплый воздух помещения, насыщенный водяными парами, стремится проникнуть наружу через строительную конструкцию. Б — теплый воздух поднимается вверх и при недостаточной изоляции уходит через потолок и крышу; для избежания потерь внутренняя поверхность строительных конструкций должна быть воздухо непроницаема. В — на ветровой стороне дома возникает избыточное давление, ветрозащита на внешней стороне должна задерживать ветер, но пропускать пары воды, она должна «дышать».

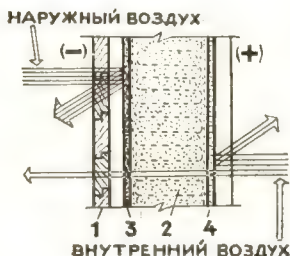
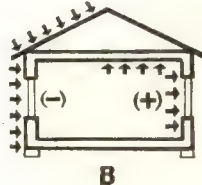
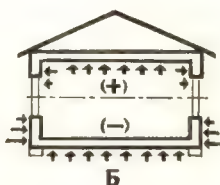
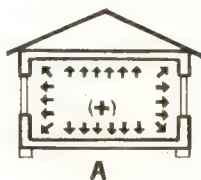
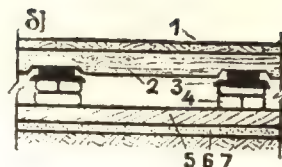
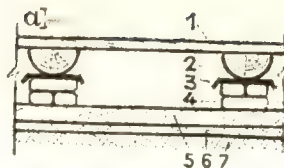


Схема устройства стены с утеплителем. 1 — наружная обшивка, 2 — утеплитель, 3 — ветрозащитный слой, 4 — влагозащитный (пароизоляционный) слой.

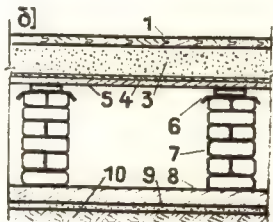
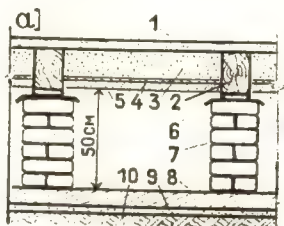




Пол на лагах: а) поперечный разрез, б) продольный разрез. 1 — дощатый настил, 2 — лага, 3 — антисептированная деревянная подкладка и слой гидроизоляции, 4 — столбик, 5 — тощий бетон, 6 — мятая глина, 7 — грунт.



Пол на балках: а) поперечный разрез, б) продольный разрез. 1 — чистый пол, 2 — балка, 3 — засыпка, 4 — глиняная смазка, 5 — черный пол, 6 — антисептированная подкладка, 7 — столбик, 8 — тощий бетон, 9 — глина, 10 — грунт.



лажняет утеплитель. Поэтому влагозащитный слой должен располагаться с теплой, внутренней стороны дома. Устройство пароизоляции, в качестве которой можно использовать любой влагонепроницаемый материал — рубероид, полиэтиленовую пленку, пергамин и т. д., — сокращает теплопотери на 50—70 процентов.

С внешней стороны теплоизолирующий материал нужно предохранить от продувания ветром. Для этого с наружной, холодной стороны стены устанавливается ветрозащитный слой. Он должен быть плотным, но влагонепроницаемым: пригодны мягкая древесностружечная плита, картон, фанера. Через поры ветрозащитного слоя влага, которая может проникнуть в утеплитель, постепенно испарится.

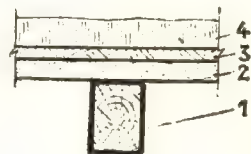
В чердачных перекрытиях обычно ограничиваются устройством только пароизоляционного слоя. Проще и дешевле всего его выполнить из размоленной в воде глины. Глиносоломенная смазка толщиной 20—25 мм наносится прямо поверх потолочных досок.

В качестве утеплителя для перекрытий жилых домов и особенно бань лучше всего использовать мох. Он стойк против гниения, хорошо поглощает водяные пары и быстро просыхает. В отличие от минеральной ваты мох со временем не слеживается и не теряет

теплоизоляционных свойств. На чердаках, утепленных мохом, всегда сухо, там нет запаха затхлости. Чтобы не повредить утеплитель, по потолочным балкам сверху прибивают ходовые доски шириной 40—50 см.

Тепловой комфорт дома в немалой степени зависит также от конструкции полов. От холодного пола быстро мерзнут ноги, и тут не спасает даже достаточно высокая температура воздуха в помещении. Чтобы пол был сухим и теплым, его следует обязательно оторвать от грунта подполья. При низком уровне грунтовых вод, при сухой почве можно ограничиться дощатым настилом, уложенным по лагам. Опорами для них служат низкие (в два ряда) кирпичные столбики, гидроизолированные сверху двумя слоями рубероида на битумной мастике. Кирпичные столбики опираются на слой из тощего бетона — подготовку. Под бетонной подготовкой находится гидроизоляционный слой из размятой с водой глины, который защищает подполье и конструкции перекрытия от грунтовой сырости. Ниже лежит утрамбованный грунт. Высота подполья — около 25 см. Пол такой конструкции не поражается грибком и служит долгое время.

При высоком уровне грунтовых вод пол поднимают над землей не менее чем на 50 см. В этом случае его надо делать двойным, с утеплителем, заложенным ме-



Устройство потолочного перекрытия. 1 — потолочная балка, 2 — дощатый настил (30 мм), 3 — глиносоломенная смазка, 4 — мох (100 мм).

жду чистым и черным полом. Двойной пол обычно выполняется по балкам. Через слой гидроизоляции они опираются на кирпичные столбики, а те, в свою очередь, на бетонную подготовку, мятую глину и утрамбованный грунт. Снизу к балкам пришивается черный пол из деревянных щитов. На него наносится слой глиняной смазки (20—25 мм), затем идет теплоизолирующая засыпка (шлак, керамзит, опилки с известью) или укладывается утеплитель. Поверху балок настилают чистый пол. Пространство между чистым и черным полом должно проветриваться, для чего в чистом полу в углах комнат делают вентиляционные отверстия.

Выполнение всех перечисленных рекомендаций поможет построить дом, который хорошо держит тепло. На его обогрев будет расходоваться немного топлива, и жить в нем будет приятно в любую непогоду.

# ШАРЛАТАНЫ ПОД МАСКОЙ УЧЕНЫХ

Бермудский треугольник, пришельцы, методом генной инженерии получившие из обезьяны первого человека, летающие тарелочки, хирургические операции, проводимые голыми руками... Постоянные читатели журнала, видимо, помнят статьи и репортажи советских и зарубежных ученых и журналистов, не пожалевших сил и времени, чтобы разобраться в истоках этих псевдонаучных мифов нашего века.

На этот раз мы предлагаем вниманию читателей сокращенный перевод статьи журналиста Мишеля Рузе, напечатанной недавно во французском научно-популярном журнале «Сьянс э ви» («Наука и жизнь») и посвященной разбору одной из передач французского телевидения.

В январе этого года оно показало сенсационную программу о парапсихологии. Программа была составлена таким образом, чтобы создать у зрителей впечатление, будто изучение передачи мысли без известных материальных носителей, исследование свойств пресловутого биополя, ясновидения, телекинеза — признанная область науки, а существование этих явлений не подлежит сомнению. Однако, прежде чем принять на веру толки о не поддающихся научному объяснению способностях некоторых выдающихся личностей, полезно взглянуть в их деятельность подробнее.

М. РУЗЕ.

В телепередаче утверждалось, что парапсихология получила признание официальной науки и ею отныне занимаются во многих университетах. «Вполне серьезные люди, — сказал ведущий, — включают теперь парапсихологию в круг изучаемых и преподаваемых дисциплин». В качестве таких серьезных людей ведущий назвал несколько ученых. Во-первых, профессора Васильева из «Академии наук Ленинградского университета». Но такой не существует, есть лишь Академия наук СССР, и находится она не в Ленинграде, а в Москве. Покойный А. А. Васильев не был сотрудником академии: он заведовал кафедрой физиологии человека в ЛГУ. Васильев был страстным приверженцем телепатических теорий, о чем свидетельствует его книга «Внушение на расстоянии», изданная и во Франции, но эти его теории не принимали всерьез. Можно ли приписывать личные взгляды Васильева всей советской науке?

Вторым был назван профессор Из Линьон, якобы заведующий кафедрой парапсихологии в Тулузском университете. Он будто бы основал там и лабораторию парапсихологии. Однако в Тулузском университете нет ни кафедры, ни лаборатории парапсихологии, а месье Линьон вовсе не профессор; он всего лишь ассистент, и его обязанности — преподавание приложенной математики в статистике.

Третий — профессор Реми Шовен, известный специалист по правам пчел и муравьев. Он никогда не занимался парапсихологией официально и так же, как Васильев и Линьон, не может считаться представителем официальной науки, признавшей якобы парапсихологию.

Мы первые бы аплодировали спиритическим сеансам, представлению с предметами, движущимися без прикосновения, или

с металлическими стержнями, гнущимися «силой мысли», если бы все это было показано честно, как эстрадное телепредставление и не было бы к тому же скучно, старо и затаскано, как заплата пластинка. Но, поскольку этот вздор был преподнесен как научная информация, мы не можем отнестись к нему безразлично. Такая передача может нанести вред телезрителям, особенно юным, тем более что в ней была сделана попытка изобразить научную беспристрастность.

Что же показали в тот вечер французам? Месье Линьон продемонстрировал парапсихологический эксперимент. Перед столиком с четырьмя небольшими отверстиями, помеченными разными цветами, сидит один студент. Из мешочка с шариками тех же цветов он достает один шарик и затем опускает в соответствующее отверстие фишку того же цвета. Второй студент, отделенный от первого ширмой, сидит перед таким же столиком и пытается воспринять «телепатическое послание». Он тоже опускает одну из своих фишек в одно из отверстий. Если цвета совпадают, загорается лампочка, если нет, то сигнал отсутствует.

Ведущий объясняет: «В такого рода экспериментах нельзя ограничиться одной попыткой, это не имело бы никакого научного смысла». Поэтому проводится 15 попыток. Эксперимент можно будет считать удачным, как заявляет Линьон, если лампочка зажжется не менее 5 раз. Она зажглась 6 раз. Как он подсчитал, чисто случайно, без участия телепатии, 6 совпадений могут появиться в данном случае с вероятностью 4,3%, то есть всего 4 с небольшим шанса из 100 за то, что в 8 случаях из 15 цвета, выбранные обоими студентами, случайно совпадут. И Линьон делает вывод: «Разумнее всего предположить, что здесь действует телепатия».

Но действительно ли результаты показанного в телестудии опыта могут толковаться только двумя способами: либо ред-

## ● ВОЗМОЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА: ФАКТЫ И ВЫМЫСЕЛ



кий случай, либо телепатия? Тому, кто знаком с основами лабораторного экспериментирования, хорошо известно, что есть и другие возможности. Их немало: от намеренного обмана (в истории науки бывали и такие случаи) до ненамеренно неверного толкования истинных результатов. Для такого самообмана, когда экспериментатор заранее знает, какой результат ему нужен, трудно придумать более удобную экспериментальную установку, чем использованная в данном случае. Кстати, отметим, что она в принципе не отличается от аппаратуры, использовавшейся Дж. Б. Райном, отцом современной парапсихологии (см. «Наука и жизнь» № 6, 1981). Но Райн, хотя и страстно верил в существование «феномена пси», был широко образованным человеком. Он много времени посвятил ужесточению условий своих опытов, стараясь, насколько возможно, исключить вольное или невольное вмешательство экспериментатора в ход изучаемых явлений. Удалось ли это ему, другой вопрос. Но, если бы Райну довелось увидеть фокусы, показанные нам телевидением, он, скорее всего, отрицал бы всякую научную их ценность.

Два студента, разделенные ширмочкой, действовали не видя друг друга. Но Линьон, который верит в реальность телепатии, и репортер телевидения, который тоже, по видимому, не относится к числу скептиков, — оба сидят так, что видят одновременно обоих студентов. Для этого им не нужно даже вертеть головой. Наблюдателям видно, в какое отверстие опускает индуктор свою фишку, и, таким образом, им известно, в какое должен опустить свою фишку перципиент, чтобы лампочка зажглась. Наконец, оба студента, в свою очередь, видят обоих экспериментаторов. В таких условиях даже без заранее организованного подлога возможна передача информации без всякой телепатии.

Психологам да и каждому, кто вдумывался в тонкости человеческого общения, хорошо известно, что информацию можно передавать без слов. Изменение интонации голоса, жесты, поза, взгляд, выражение лица играют большую роль в общении между людьми. Наблюдатель, которому известно, в какое отверстие должен опустить свою фишку участник опыта, чтобы опыт удался, не сможет, видя колебания перципиента, сохранить бесстрастное выражение лица. А в опыте, показанном по телевидению, перципиент видел наблюдателей, а они видели и его и индуктора. Передача информации посредством неосознанных движений (идеомоторных актов) — явление, хорошо известное всем иллюзионистам и эстрадным «телепатам».

Затем из архивов телевидения извлекли кадры с эпизодами скандального дела «филиппинских целителей» и их французского соперника. Этот конкурент филиппинцев устроил в январе 1977 года в Тулузе рекламное представление. А через три дня в операционном блоке одной тулузской клиники состоялось другое представление. Два иллюзиониста извлекли перед объективом телекамеры из брюшной полости добро-

вольца сначала утиные потроха, а затем, уже просто для смеха, букет искусственных цветов. Их Линьон участвовал в этой операции по разоблачению методов филиппинских знахарей и комментировал все происходящее. Но после этого телезрители видят его в городе Ниме, в кабинете другого целителя. Настоящего — месье Линьон своим авторитетом гарантирует нам это, ведь мы только что видели, как он разоблачал трюки шарлатанов. С этим целителем они на «ты». Месье Пюэш гипнотизирует перед объективом пациента, страдающего радикулитом, а Линьон рассказывает о многочисленных больных, исцеленных его другом. Ведь у него есть даже свидетельство, подписанное одним врачом, всю семью которого Пюэш ползует с большим успехом. Правда, свидетельство нам не показывают и даже не сообщают фамилию врача. Зато телекомментатор просит разрешения сфотографировать руку знахаря в инфракрасных лучах рядом с рукой простого человека, в данном случае самого Линьона. И мы видим на пленке руку Линьона и руку Пюэша, излучающую свет, что, как нам объясняют, свидетельствует о выделении этой рукой необычно большой энергии. Но это спекуляция на том, что большинство телезрителей слабо представляет себе технику фотографирования в инфракрасном свете.

Инфракрасный свет изучается, как известно, нагретыми предметами. Фотоэмульсия, чувствительная к инфракрасным лучам, дает тепловое изображение предмета, и разница в несколько десятых долей градуса отчетливо видна на пленке. Каждому известно, что существует множество способов изменить температуру руки: например, подержать ее в кармане, вызвать приток крови к пальцам, энергично сжимая и разжимая их, потереть ладонь об одежду или приложить ее к какому-либо более теплomu участку кожи на теле человека (своем или пациента, во время «облучения»). А Линьон выдает нормальные инфракрасные лучи, испускаемые теплой ладонью его друга-знахаря, за доказательство его «паранормальных способностей».

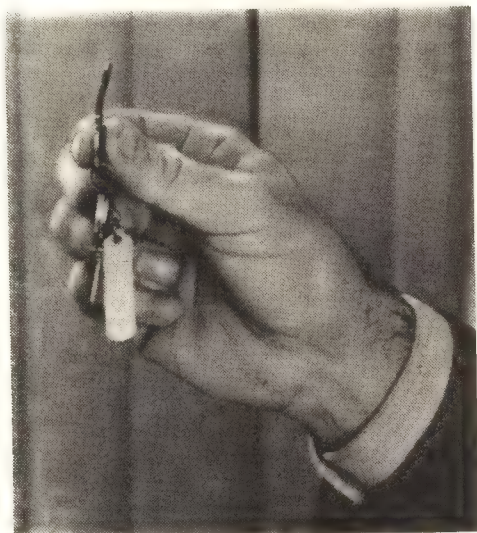
Затем на телеэкране появился, как и следовало ожидать, профессор Реми Шовен, ставший в последнее время «звездой» всех передач о парапсихологии. Шовен, известный специалист в области этологии (его книги «От пчелы до гориллы» и «Поведение животных» переведены на русский язык) — пример того, что даже крупный авторитет в одной области науки может заблуждаться, вступая в другую область. Ученым, как и всем нам, случается попадать в просак.

Реми Шовен, как обычно, изображал собой жертву злых коллег, которые отказываются принимать всерьез его изыскания в области парапсихологии. Затем он рассказывал о своих экспериментах с мышами: в пол клетки, разделенной на две части, подавался ток; за секунду до этого загоралась лампочка. Мышь уже знает, что это означает, но она не может знать, в какую половину клетки будет подан ток и куда ей надо прыгать, чтобы спастись. Опыт был пол-





Вверху Жан-Пьер Жирар со своим трюком. Снимок из ежегодника иллюзионистов. Такие же трюки выполняет Жерар Мажакс. Единственное отличие — он не называет их «научными экспериментами в области парапсихологии». На глазах у изумленных зрителей ключ согнулся после легкого поглаживания пальцами и «концентрирования умственной энергии». Абсолютно прямой металлический стержень после такого же воздействия прогнулся.



ностью автоматизирован: ток включался случайным образом, автоматически, и результаты регистрировались также автоматом. Все происходило ночью, в отсутствие экспериментаторов. И профессор Шовен констатировал нечто странное: мышь попала под ток гораздо реже, чем если бы она прыгала просто наугад.

Телекомментатор, к сожалению, не проявил особого любопытства и не поинтересовался конкретными цифрами. К тому же он не знал, что аналогичный опыт уже проводился группой Райна с той лишь разницей, что американцы работали с крысами. Не знал он и того, что эти опыты закончились скандалом, наделавшим в 1974 году много шума: ученик Райна был пойман на



подделке результатов опыта и вынужден был уйти из института. Разве не следовало спросить в присутствии телезрителей у профессора Шовена, что он думает о всей этой истории? И если грызуны наделены способностями ясновидения, то почему в самой авторитетной парапсихологической лаборатории приходится жульничать, чтобы эти способности выявились?

В книге «Когда сверхъестественное смыкается с наукой» Шовен говорит, что аппаратура была разработана одним из его учеников, «имя которого он не может открыть», и что «результаты опыта были опубликованы в Англии под псевдонимом, так как для преподавателя университета было опасно заниматься запрещенными опытами». Запрещенными кем? Для чего эта таинственность? В библиографическом списке в конце книги мы находим следующую справку: Шовен Р. (псевдоним Пьер Дюваль) и Монтредон Э. Опыт с мышами по сверхчувственному восприятию, «Журнал парапсихологии», 1968. Заметим эту дату. В том же списке фигурирует работа по парапсихологии, открыто подписанная Шовеном и опубликованная в 1959-м и даже одна работа в 1966 году на немецком языке — «О возможности парапсихологических явлений у животных». Почему то, что было возможно в 1966 году, стало опасно через два года? Парапсихологи любят изображать гонимых...

Но вот и «гвоздь» передачи. Нам торжественно представляют: «Один из медиумов, сотрудничающих с учеными, Жан-Пьер Жирар, который работает под строгим научным контролем и не извлекает выгоды выступлениями в мюзик-холле. Он сгибает силой мысли металлические стержни, что вызывало большой интерес у металлургов фирмы «Пешин».

Известный французский фокусник Жерар Мажакс в своей книге «Великий блеф: мошенники от парапсихологии» пишет о своем знакомстве с Жираром. Вместе с другими коллегами они задумали сыграть шутку, чтобы показать, как иллюзионисты, ловко имитируя «парапсихологические явления»,



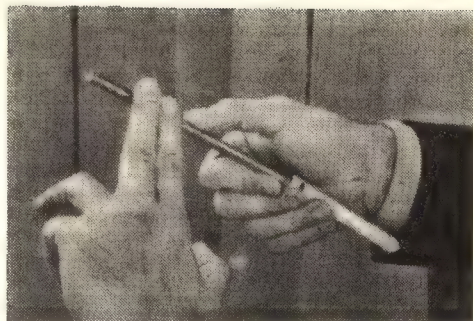


Секрет несложен: в совершенстве владея техникой отвлечения внимания, Мажакс применяет для сгибания металлических предметов спрятанную в руке металлическую трубку, которая служит рычагом.

могут обмануть ученых. К сожалению, когда дошло до дела, многие уклонились, в том числе и Жирар. И далее Мажакс пишет: «Мало-помалу я с ужасом стал замечать, что он не только не склонен разоблачать обманщиков, а, наоборот, пытается убедить широкую публику в истинности этих явлений. Без сомнения, Жирар оказался в плену у различных парапсихологических организаций, которые доверяли ему и которых он не мог разочаровать». Жирар не реагировал на разоблачения коллеги. Но разве авторы передачи по телевидению не знали о них?

Мажакс, не поднимая шума, по-дружески предупредил Жирара, что если тот и в дальнейшем будет использовать приемы иллюзионистов для обмана ученых, то получит официальный вызов и должен будет повторить в присутствии Мажакса фокусы с изгибанием металла и перемещением предметов силой мысли. «В течение нескольких лет, — рассказывает Мажакс, — я посылал Жирару вызовы, и, к моему удовольствию, он всегда под разными предлогами отказывался провести свои опыты под моим наблюдением». Наконец, в феврале 1977 года журнал «Съяс э ви» предложил Жирару тысячу франков за такую демонстрацию. Жирар в принципе согласился, но, несмотря на многочисленные телефонные звонки, на протяжении полугода он так и не нашел времени посетить редакцию. А потом окончательно отказался от этой встречи, заявив, что его парапсихологические способности беспорядочны и нечего доказывать сомневающимся то, что и так очевидно.

Киноленты и видеозаписи с трюками Ж.-П. Жирара, будучи в Париже, просмотрел известный американский фокусник Джеймс Рэнди, тот самый, который разоблачил Ури Геллера. Затем Рэнди смог присутствовать при опытах с Жираром в лаборатории металлургической фирмы «Пешине» в Гренобле (видимо, американец оказался более упорным, чем Мажакс). На пресс-конференции в Нью-Йорке Рэнди



рассказал затем, что Жирар «выполнял перед камерами простейшие фокусы, которые выдавал за чудеса», и что во время опытов в Гренобле, как согласились все свидетели, подписавшие протокол, Жирар не продемонстрировал ни «парапсихологических способностей», ни хотя бы обыкновенной ловкости рук. Жан-Пьер Жирар — посредственный иллюзионист, не более.

Выдающийся нейрофизиолог профессор Анри Гасто на просьбу высказать свое мнение о Жираре ответил так: «Как и все телезрители, я видел на экране телевизора, как месье Жирар, не прикасаясь к предметам, заставляет их двигаться. Кроме того, я имел возможность просмотреть в присутствии Жирара несколько фильмов и видеозаписей, на которых было снято, как он стигбает металлические стержни. Эти странные явления априори показались мне невозможными, тем более что я знал, что Жирар — иллюзионист, занесенный в ежегодно издаваемый список-справочник иллюзионистов как специалист по фокусам, основанным на отвлечении внимания зрителей. И я попросил повторить опыты по психокинезу в моем присутствии, в строгих лабораторных условиях, чтобы избежать малейшей возможности фальсификации. Я обещал в случае успеха публично признать мое обращение в парапсихологию. Месье Жирар отказался от моего предложения, но принял два других подобного рода. Но ни разу ему не удалось изогнуть предмет или переместить его силой мысли, если контроль за его действиями был достаточно строгим».

Не верится, чтобы организаторы передачи всего этого не знали. Тем более что тремя годами ранее, в марте 1978 года, в одной из передач серии «За пределами ес-



«Телекинез» с помощью тончайшей нейлоновой нити.



тественного» были показаны опыты с Жираром, проведенные под руководством директора Лаборатории по изучению радиации в атомном центре Орсэ, физика Ива Фаржа. В разработке условий опыта участвовали Рэнди и Мажакс. Заметим, что лишь тесное сотрудничество ученых и иллюзионистов позволяет вести исследования в области «паранормальных явлений»! Были приняты все меры предосторожности, чтобы не допустить обмана. Перед началом опытов профессиональный фокусник Клинтон (Жирар дал отвод Мажаксу) обыскал Жирара. Кроме того, перед опытом ему пришлось тщательно вымыть руки. Он должен был держать руки на отмеченном рамкой участке стеклянного стола, снимаемого двумя камерами — сверху и снизу. Объекты эксперимента клали на стекло. Предоставим слово самому Фаржу, организатору опытов.

«По жребию Жирар получил кусочек латуни, которого он ранее не видел, но выбранных им заранее размеров. Через 20 минут безуспешных попыток согнуть его силой мысли Жирар попросил другой объект. По жребию это оказался дюралюминиевый пруток. Через час никакой деформации не наблюдалось. После 15-минутного отдыха приступили ко второй части опыта: психокинетическому перемещению небольших объектов, также выбираемых по жребию из заранее согласованного ассортимента. Был взят небольшой цилиндр из латуни. На всякий случай цилиндр был накрыт редкой нитяной сеткой, не мешавшей его видеть, но исключающей возможность прикасаться к нему руками или каким-либо вспомогательным средством. Через несколько минут латунный цилиндр был заменен образцом из плексигласа. При замене предметов сетку снимали. Однако ничего не произошло. Миллионы телезрителей наблюдали за полным провалом иллюзиониста. И они слышали, как Жирар, растерявшись от прямого вопроса ведущего и думая, что видеомагнитофон не включен, признался: «Да, мне случилось обманывать».

Мы попросили Мажакса прийти в редакцию «Сяньс э ви» и повторить некоторые из фокусов, которые были показаны парапсихологами в пресловутой телепередаче. И вот перед аудиторией, состоявшей из гостей, которых мы звали в редакцию из соседних квартир и учреждений, Мажакс точно так же, как это делал на телевидении Жирар, притянул к себе различные предметы, не прикасаясь к ним; они побежали к краю стеклянного стола и упали на пол, движимые таинственной силой. Он стибал ключи, поглаживая их кончиками пальцев, а сверх чудес, показанных в телепрограмме, согнул «силой мысли» пятифранковую монету, которую держал в руке один из зрителей. Отдав «мысленный приказ», Мажакс согнул и металлический стержень, который до этого был совершенно прямым и легко катался по стеклянному столу. Все присутствовавшие могут это засвидетельствовать.

Какая же разница между фокусником Мажаксом и парапсихологом Жираром?

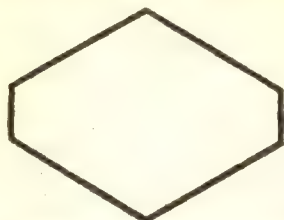
Оба владеют искусством отвлекать внимание. Внимание отвлекают либо во времени — ключ стибает задолго до того, как вам кажется, что он стибается, либо в пространстве — ваше внимание привлекла, например, левая рука, а в это время правая незаметно делает свое дело. Оба производят одни и те же манипуляции, известные всем профессиональным иллюзионистам, но один прямо говорит, что показывает фокусы, а другой утверждает, что вызывает таинственный физический эффект. Разница только в словах, но ведь отношение зрителя меняется в зависимости от того, под каким названием идет показываемый ему спектакль. И артисты это учитывают.

Мажакс, если хочет покорить зрителя, должен его поразить эффектными трюками, так как в наше время каждый ребенок не раз видел выступления фокусников. Жирар, напротив, должен избегать внешних эффектов. Чтобы внушить вам, что вы присутствуете при настоящем научном опыте, он должен получать невыразительные и нечеткие результаты. Остальное сделает воображение зрителя, если он даст волю атеистической вере в сверхъестественное, которая более или менее глубоко спрятана под верхним слоем современной рационалистической культуры.

Мажакс владеет множеством приемов, ежедневно подолгу тренируется и может показывать интересные фокусы в течение двух часов, не повторяясь. Жирар выучился одному-единственному номеру: он хорошо стибает металлические стержни. Со своим единственным трюком он не выдержал бы на сцене и десяти минут, вот почему ему пришлось искать другую аудиторию для выступления: легковых любителей парапсихологии.

Мажакс может сесть напротив вас и тут же привыкать за работу. Жирару нужно два часа, но не для того, чтобы подготовиться, а чтобы подготовить зрителя. Подготовка эта, как и у знаменитого в США Ури Геллера, сводится к монологу: «Я не могу объяснить силу, которая находится во мне, или, точнее, спускается на меня... Я даже не могу заранее сказать, подействует ли она сегодня...» И так далее. В показанной по телевидению программе эту подготовительную работу выполнял ведущий, разогревший воображение аудитории своими рассказами и выступлениями «авторитетов». Затем обычно начинаются безуспешные попытки согнуть стержень, сопровождаемые жестами уныния и крайней усталости. «Нет, сегодня что-то не получается...» Зритель разочарован: ему так хотелось увидеть чудо! И если в этот момент фокусник изловчится слегка изогнуть предложенный ему металлический предмет, это и будет воспринято благодарным зрителем как доказательство необыкновенных, необъяснимых наукой парапсихологических способностей Жирара. Но если такой момент улучшить не удастся, фокусник не слишком смущен: ведь он предупреждал о возможности неудачи. Он не может себе позволить, чтобы его поймали на жульничестве с полчищем, тогда рухнет вся его карьера. Чест-





Разрежьте шестиугольник на шесть частей и сложите из них два одинаковых квадрата. Они будут все-таки отличаться один от другого. Чем же?

**О. БРАНДЕЛИС**  
(г. Волгоград).

## ИГРА В ШАШКИ

В романе американского писателя У. Фолкнера «Деревушка» есть эпизод, который дает повод поразмыслить над ним любителям математических развлечений. Вот этот текст.

«Минк допил чашку и перевернул ее вверх дном. — Который час? — спросил он.

Двоюродный брат достал из-за широкого, потертого пояса дешевые часы на замусоленном кожаном ремешке, взглянул на них и сунул обратно в кармашек.

— Двадцать восемь минут десятого...

Минк поставил пустую чашку на плиту.

— Сыграем в шашки?

...Минк пошел куда-то в темный угол и достал короткую широкую доску. С полки он снял какую-то жестянку и положил все на стол. Доска была расчерчена углем на кривые черные и белые квадратики; в жестянке оказалась горсть фарфоровых и стеклянных осколков двух цветов, — видимо, от разбитой тарелки и бутылки синего цвета. Двоюродный брат смотрел на него, не донеся стакан до рта. На миг у него перехватило дыхание. Потом он совладал с собой.

— Ну что ж, давай, — сказал он. Он поставил стакан на плиту и сел напротив Минка. Казалось, его дряблелое, обрюзгшее тело, словно воздушный шар, из которого выпустили воздух, сейчас накроет не только стул, но и весь стол. — Разыграем эти пятьдесят долларов по пяти центов партия, — сказал он. — Идет?

— Ходи, — сказал Минк.

...Через час он обставил Минка на тринадцать партий.

— Давай играть по двадцать пять центов, — сказал он.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка умения  
мыслить логически

— Который час? — спросил Минк. Двоюродный брат снова вытащил из кармана часы, а потом сунул их обратно.

— Без четырех минут одиннадцать.

— Ходи, — сказал другой. Игра продолжалась. Брат теперь молчал. Он вел счет огрызком карандаша на краю доски. И когда через полчаса он подвел итог, карандаш написал уже не число выигранных партий, а сумму с десятичными долями и значком доллара в конце, и эта цифра вдруг словно подпрыгнула и оглушила его так, что он почти услышал удар: он вдруг оцепенел и даже дышать перестал, думая: «Сто чертей! Сто чертей! Понятно, почему он ни разу меня не пойма. Это он нарочно. Потому что, когда я отыграю у него всю его долю, ему не зачем рисковать и идти за деньгами».

Итак, сколько выиграл к этому времени двоюродный брат у Минка?

**А. ШВЕЦОВ** (г. Якутск).

ный иллюзионист работает совсем на других условиях. Ему все должно удаваться с ходу, зато если какой-то трюк не удался, зрители простят ему неудачу. Если раскрытие секрета фокуса — катастрофа для парапсихолога, то для престижа иллюзиониста это небольшой урон, он усмехнется вместе со зрителями и перейдет к следующим манипуляциям.

Мы не изучали «кухню» Жирара — он уклоняется от этого. Но Мажакс, показав те же самые трюки в редакции «Съяс э ви», охотно раскрыл перед собравшимися их несложные секреты. Там, где публике виделось действие «биополя», исходящего от рук и заставляющего двигаться по столу мелкие пластмассовые предметы, на самом деле речь шла о нейлоновой нити тоньше человеческого волоса, концы которой были приклеены к ногтям большого и указательного пальца артиста. Когда «силой мысли» сгибают ключ или металлический стержень, на самом деле это достигается с помощью металлических трубок, спрятанных в руке или одежде (см. фото на стр. 143), либо посредством элементарной ловкости рук объект на ваших глазах подменяется таким же, но изогнутым заранее.

Эти фокусы не причиняли бы вреда, если бы форма, в которой их преподносят, не распространяла бы в публике иррациональную веру в чудеса. Вера в парапсихологию греет самолюбие невежд: ведь чтобы познать тайны физики или биологии, надо проучиться в высшем учебном заведении не менее пяти лет. И вдруг обнаруживается, к удовольствию многих, что самые выдающиеся ученые не могут объяснить парапсихологические феномены, тогда как все и так понятно: здесь действует «биополе»!

В науке много чудесного. Немало загадок в области биологии, химии, физики, психологии волнуют воображение ученых. Но такие тайны не привлекают шарлатанов, так как, для того, чтобы в них проникнуть, надо обладать настоящими знаниями. И даже если предположить невероятное: что после многих лет поисков парапсихология оказалась бы реабилитированной, была бы строго доказана возможность передачи мысли и других «паранормальных» явлений, были бы объяснены их механизмы, то разве продолжали бы возиться с парапсихологией шарлатаны, как сейчас?

Сокращенный перевод  
с французского О. КУЗНЕЦОВОЙ.



● Наши постоянные читатели, возможно, помнят заметку «Часы французской революции», опубликованную в № 12 за 1976 год. В ней рассказывалось о хранящихся в Историческом музее французских карманных часах с десятичным делением времени.

Недавно в одном из музеев США обнаружены солнечные часы, изготовленные из фарфора, с двумя градуировками на циферблате (см. фото): на внешнем круге арабскими цифрами приведено деление суток на десять часов и тысячу минут, а на внутреннем римскими цифрами — обычное деление.

Десятичное исчисление времени было введено во Франции революционным Конвентом в 1794 году (еще раньше была введена десятидневная неделя). Позже, с приходом к власти Директории, Франция вернулась к двенадцатичасовому делению суток. Ча-

сы изготовлены мастером Жаном-Сезаром Бателье.

● Существует множество теорий, объясняющих феномен шаровой молнии, вплоть до начисто отрицающих ее существование. Согласно одной из гипотез, шаровая молния — это всего лишь светлое пятно, плавающее в глазах у наблюдателя, ослепленного близким ударом обычной молнии. Но это крайность, а обычно реальность самого явления не отрицают и привлекают для его объяснения различные физические процессы.

Новое предположение выдвинул западногерманский физик Э. Фишер. По его мнению, шаровая молния возникает при попадании обычной молнии в какое-либо органическое тело, например, в летящую птицу или в ветку дерева. Электрический удар, сопровождающийся сильнейшим нагревом, расплывает эту мишень на облако горящих частиц углерода. Строгий термодинамический расчет показывает, что такое явление возможно, и все же теория Фишера объясняет не все свойства шаровой молнии.

● Известна склонность детей рыться в кучах всякого хлама, играть на свалках. Между тем археологи подробно изучают мусорные кучи, оставшиеся от древних цивилизаций, полагая, что скопившиеся здесь предметы, обломки и отбросы могут многое рассказать о жизни оставившего их общества. Но, если предположить, что и в прошлом дети охотно играли на свалках, то можно думать, что они вносили в кучи мусора такие изменения, которые могут привести археолога к неверным выводам.

Чтобы доказать это, Н. Хэммонд собрал искусственную мусорную кучу, состоявшую главным образом из пустых винных бутылок и жестянок из-под пива. Затем археолог запустил в кучу своего полторагодовалого сына. После трех «сеансов», продолжавшихся по полчаса, структура кучи значительно изменилась. Крупные бутылки были вытасканы из середины и разложены по краям, часть банок была разбросана по площадке, некоторые бутылки оказались наполненными камешками, веточками и кусочками коры.

В опубликованной научной работе (за двумя подписями — Хэммонда и его сына) археолог подчеркивает, что многие загадочные особенности древних мусорных куч могли возникнуть в результате подобной их «обработки» детьми. О такой возможности всегда следует помнить, толкуя результаты раскопок. Например, находка глиняного сосуда, набитого палочками и камешками, многих археологов могла бы навести на мысль о неизвестном религиозном ритуале — и в самом деле, какой еще смысл может быть в таких действиях?





знаменитый поселок Палех. Палех расположен километрах в тридцати к западу от Мыта.

Палехские чернолаковые шкатулки, украшенные дивной росписью ларцы, папиросницы, коробочки с рисунками, выполненными в лучезарной цветовой тональности, хорошо известны и любимы во всем мире. Палех сегодня — это поселок-музей. В Крестовоздвиженском храме (1762—1774 гг.), выстроенном в центре поселка, размещена обширная музейная экспозиция отдела «Старый Палех». Внутри храма можно любоваться палехской стенописью 1807 года, резными иконостасами, иконами XIV—XVII веков.

В экспозиции отдела «Новый Палех», размещенного в отдельном здании, представлены работы основателей «Артели древней живописи» (артель создана в 1924 г.), а также представителей нового стиля палехского искусства: И. Голикова, И. Баканова, И. Вакурова, И. Зубкова, И. Маркичева и многих других художников.

Непременно следует побывать также в домах-музеях знаменитых палешан — народного художника СССР, академика, лауреата Ленинской премии П. Д. Корина и заслуженного деятеля искусств РСФСР И. И. Голикова, в художественном училище имени А. М. Горького, осмотреть в центре Палеха монумент палешанам, погибшим на фронтах Великой Отечественной войны.

Если позволяет время, можно побывать также в поселке Холуй, он находится примерно в 30 км к югу от Палеха. В холуйском художественном музее представлены произведения местных мастеров, работающих в манере, близкой к манере палехских мастеров.

И снова туристы спускаются на байдарках вниз по Луху... Вскоре после Мыта группа проплывает мимо правобережной деревни Барской (35 км). Сделайте здесь небольшой привал, познакомьтесь с жителями этого селения. Тут живет ветеран Великой Отечественной войны Мелентьев Павел

Иванович, который прошел всю войну с первых дней войны до дня Победы.

Ниже деревни Барской начинается лухское Полесье — река несет свои воды среди девственного леса, в котором удивительно тихо и тепло, через торфяные болота и мелкие озера. В этих местах лучшие в Ивановской области охотничьи угодья. В здешних прибрежных лесах и на болотах созревает много черники, голубики, земляники, клюквы, много грибов. В лесных глухоманях «гривах» — так местные жители называют небольшие возвышенности в лесу — привольно живут волки, лоси, кабаны, лисы, зайцы, белки. В Лухе и его притоках обитают бобры, ондатры, выхухоли, выдры; и видовой состав рыб, заселивших эти водоемы, также весьма разнообразен: язь, линь, карась, плотва, густера, щука, окунь, налим. Следует, однако, помнить, что на сплав по этому участку реки, протекающей по территории охотничьего хозяйства, необходимо получить разрешение у местного егеря, живущего в прибрежной лесной деревне Гоголи (45 км). В Гоголях и в других расположенных вниз по течению реки деревнях: Мугреево-Дмитровском (65 км), Мугреево — Никольском (67 км), Бобрихе (72 км), Китаинове (75 км), Лукино (82 км). У местных жителей можно купить янтарного душистого меда.

Еще один переход по участку реки — и группа выходит к поселку Талицы, одному из последних населенных пунктов на Лухе (90 км). В поселке можно посетить магазины, пополнить запасы продовольствия. Через Талицы проходит узкоколейная железная дорога Южа — Балахна, отсюда на местном поезде можно добраться до Южи или Балахны.

После Талиц ночевку удобно сделать около брошенного хутора (100 км), на правом берегу реки. Утром тут можно сходить за грибами и ягодами, поудить рыбу. И снова в путь.

Поселок Фролищи (140 км) — последний прибрежный населенный пункт, ко-

## ОТЕЧЕСТВО

### Туристскими тропами

торый встречается группе на маршруте. Украшение поселка — выстроенный более трехсот лет монастырь Фролищева Пустынь. Потемневшие купола соборов, черепчатые, обветренные крепостные стены на фоне лесного узора напоминают туристам об истории страны, бессмертном таланте русского народа. При необходимости маршрут можно закончить в поселке Фролищи: от него до станции Ильино, расположенной на железнодорожной магистрали Москва — Горький, четыре раза в сутки курсирует местный поезд.

Но можно после Фролищ остановиться на ночевку, удобней встать неподалеку от лесного кордона Гаварки (155 км).

В последний день плавания по реке Лух группа проплывает мимо уютных лесных берегов. На этом участке следует остерегаться завала из бревен около заброшенного моста узкоколейной железной дороги (175 км), тут можно провести байдарки водой илинести их вдоль правого или левого берега реки.

В деревне Перово, расположенной под высоким берегом реки Клязьмы километрах в двух ниже устья Луха, путешествие заканчивается. Сделав трехкилометровый волок от Перова до автостреды Москва — Горький, можно на рейсовом автобусе или попутной автомашине уехать в город Вязники или Москву. Впрочем, при желании плавание можно продолжить уже по Клязьме, например, до старинного русского города Гороховца (в летописи о нем впервые упоминается в 1239 году). В 11 километрах от Гороховца расположена одноименная железнодорожная станция на линии Москва — Горький.

Н. ИВАНОВ,  
г. Химки.

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Потребление энергии неуклонно растет. Столь же стремительно сокращаются запасы ископаемого топлива. Поэтому проблема прямого превращения энергии органического топлива в электричество, минуя малоэффективные, идущие с большими потерями процессы горения, стала одной из центральных научно-технических проблем. Еще сто лет назад на энергетическом небосводе ярко вспыхнула новая звезда — был создан топливный элемент. Это электрохимическое устройство в результате высокоэффективного холодного горения топлива непосредственно вырабатывает электроэнергию. За прошедшие годы во многих странах, в том числе и у нас, шло неустанный совершенствование топливных элементов. Их преимущества стали еще более очевидны. Эта статья рассказывает о первых успехах в создании на основе таких элементов электрохимической энергетики.

Доктор химических наук Ю. ЧИРКОВ.

## I. ХОЛОДНОЕ ГОРЕНИЕ

### ОТКРЫТИЕ ГРОВА

По вечерам, сбросив судейскую мантию, Уильям Роберт Гров отдавал свой досуг любимой науке — электрохимии. И занятия эти шли столь успешно, что сейчас, собственно, помнят не юриста Грова, а Грова-электрохимика.

В 1839 году в январском номере «Философского журнала» Гров описал опыт: стрелка гальванометра отклонялась, когда его соединяли с двумя платиновыми полосками, погруженными в сосуд с разбавленной серной кислотой; одна полоска обдувалась водородом, другая — кислородом (см. рис. на стр. 61).

Так был создан первый топливный элемент — водородно-кислородный...

Открытие это сделано, по-видимому, случайно. Ведь первоначальная цель Грова — произвести разложение воды (точнее, раствора серной кислоты) электрическим током на водород и кислород.

То, что процесс может идти и в обратную сторону и что при этом образуется электрический ток, было для Грова явлением побочным. И сообщение об этом он поместил в постскрипуме к статье, как бы между прочим.

Не сразу ученые и его современники осознали, что в науке произошло событие значительное.

Электрохимические элементы (батареи), генерирующие ток, были известны и до этого. Но в них «сжигались» довольно дорогие металлы: цинк, свинец, никель.

Насколько дешевле было бы электрохимически жечь водород, лучше — горючий газ, еще лучше — уголь. Так же как издревле привык человек жечь хворост и дрова.

А ведь именно эту возможность, казалось бы, и предоставлял элемент, предло-

женный Гровом. В нем топливо (водород) сжигалось (соединялось с кислородом) до конечного продукта — воды. И, что самое удивительное, человек впервые получал при сжигании топлива не тепло, а сразу электрический ток.

Однако опыты Грова не произвели тогда на ученых большого впечатления: слишком ничтожен был получаемый от элемента ток. Элемент выглядел лабораторным курьезом, не более. Любопытно, занимательно, но практического применения не имеет!

### ЧТО «ГОРИТ» В ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ

Пламя клокочет в топке гигантского парового котла электростанции. А что такое пламя? В чем физическая сущность процесса горения?

Топливо (дрова, уголь, газ, нефть) состоит в основном из углерода. При горении его атомы теряют электроны; атомы кислорода (окислитель, необходимый участник процесса горения), наоборот, приобретают их. Так, в процессе окисления атомы углерода и кислорода соединяются в продукты горения — молекулы углекислого газа.

Этот процесс, изложенный здесь упрощенно, идет энергично: атомы и молекулы веществ, участвующих в горении, приобретают большие скорости, а это означает весьма сильное повышение их температуры. Они начинают испускать свет, появляется видимое нами пламя.

Обмен электронами при горении происходит хаотически, неупорядоченно. Химическая энергия системы переходит в неупорядоченную (в смысле эффективности дальнейших преобразований) тепловую энергию.

Горение — обмен электронами между атомами. А ведь электрический ток — тоже движение электронов, только упорядоченное!

### ● ТЕХНИКА НА МАРШЕ



В области естественных и технических наук сосредоточить усилия на решении следующих важнейших проблем:  
...совершенствование методов преобразования и передачи энергии...

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года.

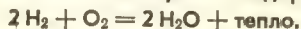
И вот возникает еретическая мысль: а нельзя ли так организовать горение, чтобы сразу получать электрический ток? Добиться управления движением электронов. Не дозволить электрически заряженным ионам в хаосе столкновений растрчивать свою электрическую энергию, не дать ей превращаться в тепло.

Итак, возможно ли холодное горение? Организованное и упорядоченное? Оказывается, да.

Вспомним опыт Грова. Он сжигал в кислороде водород. Этот процесс нам известен еще со школьной скамьи.

Смесь двух объемов водорода и одного объема кислорода называется гремучим газом. Если поджечь эту смесь, она взрывается.

Пока это обычное горение водорода:



Две молекулы водорода, соединившись с молекулой кислорода, образовали две молекулы воды. Перед нами пример химической реакции, которая сопровождается выделением тепла.

Но можно ли повернуть дело так, чтобы в ходе реакции генерировалось электричество — электроны  $e^-$ ? Можно ли, скажем, обеспечить протекание такого процесса:

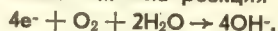


Да, отвечает наука. Для этого надо свести вместе три фазы: газ — водород, источник ионов  $\text{OH}^-$  — электролит (раствор щелочи в воде) и кусок металла, который и примет образующиеся в реакции электроны. (Этот процесс и ему подобные, идущие в месте стыка трех фаз на так называемой трехфазной границе, и изучает электрохимия.)

Но этого еще мало. Чтобы получать электрический ток, то есть чтобы реакция шла непрерывно, и без того не простую схему приходится усложнить: к границе раздела металл (в электрохимии его называют электродом) — электролит — газ не-

обходимо непрерывно подводить ионы и отводить электроны. Значит, требуется и второй электрод. Нужна замкнутая цепь.

Будем ко второму электроду (специально подобранному) подавать кислород или воздух, чтобы там шла реакция



Очевидно, что в сумме вторая и третья реакции дают первую реакцию. И вроде бы мы вернулись к простому горению. Однако в устройстве, которое осуществил впервые Гров — в водородно-кислородном топливном элементе (именно в нем идут описанные процессы), — энергия химической реакции преобразуется уже не в тепло, которое трудно использовать, а непосредственно в энергию бегущих по проволоке электронов.

Лампочка, включенная во внешнюю цепь «газового элемента Грова», горит! Горение в ней поддерживают электроны, выделяющиеся на одном электроде (водородном) и поглощаемые на другом (кислородном).

Но электрохимическое горение замечательно не только тем, что может идти даже при комнатных температурах (холодное горение). Главное его достоинство, столь важное для технических приложений, в другом: это горение идет практически без потерь.

И доказал это впервые немецкий ученый В. Нернст.

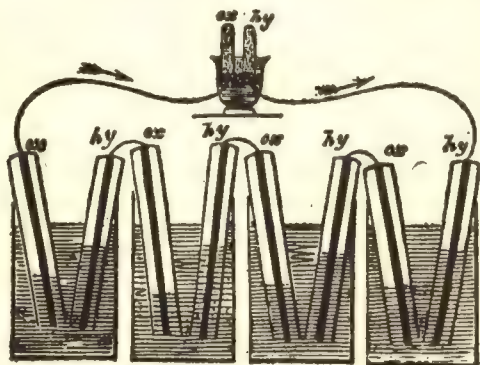
### ЭКОНОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ЖИВОГО

Вскоре после окончания учебы физик Нернст знакомится с доктором наук и автором нашумевшей теории электролитической диссоциации физико-химиком С. Аррениусом. Смелые идеи шведа увлекли Нернста, и он решил оставить «чистую» физику ради пышно расцветавшей тогда науки — физической химии.

Но все же Нернст остался физиком. Первое, что он сделал: приложил принципы термодинамики — науки физической — к гальваническим элементам, к тем самым электрохимическим источникам тока, в семью которых входит и топливный элемент. И добился здесь большого успеха.

Впервые со времен Вольта, примерно столетие назад изобретшего гальванический элемент, нашелся человек, способный дать разумное объяснение возникавшей в этом источнике тока разности потенциалов.

Первый топливный элемент (рисунок из статьи Грова, 1839). Сначала проводят электролиз, в результате которого в перевёрнутых пробирках над платиновыми электродами собирается водород ( $\text{H}_2$ ) и кислород ( $\text{O}_2$ ). Если после электролиза цепь замкнуть, то по ней пойдет электрический ток, генерируемый теперь топливным элементом.





Водородно-кислородные топливные элементы — первые демонстрационные модели холодного горения. У модели справа водород и кислород поступают в элемент из футбольных камер; за счет вырабатываемой элементом энергии вращается электромотор.



В 1893 году Нернст вывел теоретическую формулу (она носит его имя), определяющую величину электродвижущей силы электрохимического элемента, и численно рассчитал то количество электрической энергии, которое получается при электрохимическом соединении угля с кислородом.

Результат был ошеломляющим. Нернст показал, что если бы удалось превратить химическую энергию угля в электрическую электрохимическим путем (читай, в топливных элементах!), то максимальный теоретический КПД такого процесса составил бы 99,75 процента!

Почти сто процентов! Вот оно — первое из многих достоинств топливных элементов. В них в отличие от паровой и прочих тепловых машин энергия практически не теряется (см. 2—3 стр. цветной вкладки).

Любопытно, что очень схоже решила энергетическую проблему живая природа. Здесь также с высоким КПД в поразительно мягких условиях — комнатные температуры, нормальные давления, водная среда — химическая энергия преобразуется в механическую (например, в мышцах), в осмотическую работу (секреция желез), в электричество (нервные клетки), свет (светлячки).

Но самое удивительное то, что все эти превращения содержат в качестве обязательного звена холодное горение водорода в кислороде.

Биохимики установили: биологический водородно-кислородный топливный элемент как бы вмонтирован, впечатан в каждую живую клетку.

Не вдаваясь в биохимические тонкости, укажем лишь, откуда в организме человека берется водородное топливо (окисли-

тель же — кислород из воздуха, — попадая через трахеи и легкие, всасывается в кровь, соединяется с гемоглобином и разносится по всем тканям).

Источником водорода служит пища — жиры, углеводы, белки. В желудке, кишечнике, клетках она в конечном итоге дробится до элементарных кирпичиков — мономеров, которые, в свою очередь, после ряда химических превращений дают водород, присоединенный к специальной молекуле-носителю.

Процесс соединения этого водорода с кислородом и составляет основу биоэнергетики организма (см. схему на цветной вкладке).

### ПРОРОЧЕСТВО ОСТАЛЬДА

Большую роль в судьбе топливного элемента сыграл немецкий физико-химик В. Оствальд.

Он сразу же оценил, какие огромные возможности для энергетики сулят топливные элементы. И не таков он был, чтобы отмахиваться, когда одно из детищ его любимой науки (электрохимия до сих пор считается частью физической химии) может на голову превзойти по эффективности паровые машины — эти основные поставщики энергии для человека.

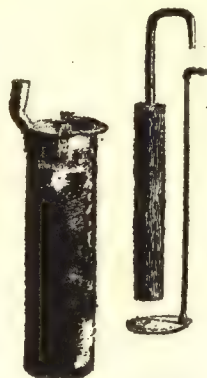
Топливные элементы — лишь новинка, беспомощный зародыш? Пусть! Мир держится на силе пара? Ну и что же? Тем почетнее будет конечная победа.

Одно дело, когда о неоспоримых достоинствах топливных элементов в своем учебнике «Теоретическая химия» написал молодой, еще мало кому известный Нернст, и совсем другое, если пропагандой





Батарея топливных элементов мощностью 1,5 кВт, созданная Жако. Батарея размещена в печи, так как для ее работы нужна была температура 500° С.



Основные элементы отдельного углерод-воздушного топливного элемента Жако: слева — воздушный катод, выполненный в форме железного сосуда; в центре — анод (углеродный стержень), который расходовался по мере протекания электрохимического процесса; справа — фиксатор анода.

топливных элементов занялся Оствальд, всемирно известный ученый, организатор и первый президент только что созданного Немецкого электрохимического общества.

В 1894 году на одном из первых собраний этого общества Оствальд произносит речь во славу топливных элементов. В ней он сказал:

«Я не знаю, достаточно ли ясно представляют себе, сколь несовершенен для нашего времени высокоразвитой техники важнейший источник энергии, которым мы сейчас пользуемся, — паровая машина...»

Да, в то время еще господствовал пар и уголь (не нефть!); на тепловых электростанциях кпд преобразования энергии достигал только 10 процентов.

И далее:

«...Путь, которым можно решить самый важный из всех технических вопросов — вопрос получения дешевой энергии, должен быть теперь найден электрохимией. Если мы будем иметь элемент, производящий электроэнергию непосредственно из угля и кислорода воздуха в количестве, более или менее соответствующем теоретическому, то это будет техническим переворотом, превосходящим по своему значению изобретение паровой машины... Как будет устроен такой гальванический элемент, в настоящее время можно только предполагать... В таком элементе происходили бы те же самые химические процессы, что и в обычной печи: с одной стороны, засыпался бы уголь, с другой — подавался кислород, а удалялся бы продукт их взаимодействия — углекислота... Однако здесь не место обсуждать возможные технические подробности, которые могли бы привести к цели, так как, прежде чем серьезно возмущаться за выполнение этой задачи, пройдет еще некоторое время. Но с тем, что здесь не идет речь о лишенной практического смысла идее ученого, я думаю, можно наверняка согласиться. Ведь практически мы имеем дело со случаем, где подобно какой-либо механической задаче можно предсказать

полный успех, и техника должна только в наиболее дешевой и лучшей форме разрешить эту проблему...»

Так, почти столетие назад Оствальд предсказал топливным элементам большое будущее.

## МНИМАЯ УДАЧА

За время, которое прошло с момента, когда Оствальд произнес свою знаменитую речь, преимущества топливных элементов стали еще более очевидны: способность работать при комнатных температурах, отсутствие вредных выбросов (в водородно-кислородном топливном элементе в процессе работы выделяется лишь чистая вода) и многое другое.

Отчего же до сих пор топливные элементы не вошли в широкий обиход? Причин тому было немало.

Многие изобретатели (и до и после пророчества Оствальда), пытаясь создать приемлемый для практического применения вариант топливного элемента, отдали этому делу не один год своей жизни. Среди них был и наш выдающийся соотечественник — П. Яблочков.

И успехи были: кпд этих устройств действительно приближался к 100 процентам.

В 1897 году Жако разработал электрическую батарею мощностью в 1,5 киловатта, которую поспешили объявить решением проблемы топливного элемента.

Устройство было таким: железный сосуд и угольный стержень (электроды), погруженные в электролит — расплавленную (температуры 400—500 градусов Цельсия) едкую щелочь (NaOH).

Характеристики элемента Жако оказались прекрасными: кпд — 82 процента, плотность тока — 100 миллиампер с каждого квадратного сантиметра электродов. Этого было достаточно, чтобы продемонстрировать техническую реализуемость и экономичность топливного элемента.



Работа Жако наделала много шума. Изобретатель строит установку, в которой последовательно включенные топливные элементы приводят в действие мотор.

В том же году Жако публикует сенсационную статью о своих работах. Там он детально описывает проект океанского лайнера, бороздящего волны Атлантики и несущего в своем чреве — трюмах движущую его электростанцию из топливных элементов.

Автор скрупулезно высчитывает выгоды такого предприятия. Насколько меньше угля потребовалось бы взять на борт такого корабля, если простое горение топлива заменить горением электрохимическим...

Увы, этим проектам не суждено было осуществиться. Установка Жако проработала с перерывами лишь около полугода.

Этот поначалу столь успешный опыт был заранее обречен на неудачу: при высоких температурах происходило быстрое окисление угольного стержня, получающаяся углекислота карбонизировала электролит, делала его непригодным для нормального функционирования элемента...

И все же изобретатели не сдавались. В то время у топливного элемента, казалось, были реальные шансы занять свое почетное место в энергетике. Ведь в отличие от паровой машины он мог непосредственно генерировать электрический ток — наиболее удобный вид энергии, который очень просто «фасовать» нужными порциями — большими и малыми в любое место и на значительные расстояния, легко превращать в свет, тепло, механическую работу...

## НЕИСПОЛЬЗОВАННЫЙ ШАНС

Вопрос стоял остро. Шла конкурентная борьба между различными способами получения столь желанного электричества.

Конечно же, источником энергии (тут мнения тогда не расходились) должен быть дешевый уголь. Но извлекать из него химическую энергию можно различными путями.

Первый путь — это топливные элементы. Но был и второй путь, в отличие от первого окольный, многоступенчатый (он успешно практикуется и до сего дня). Это путь обычного сжигания топлива, то, что сейчас называется тепловой станцией.

На ней осуществляется длинная цепочка процессов: сжигают уголь — нагретый пар приводит в действие лопасти паровой турбины (или толкает поршень паровой машины), а уже ее механическая энергия, в свою очередь, побуждает к работе электрический генератор.

Вот этой-то последней стадии лет сто назад не было и в помине. Именно это создавало благоприятную ситуацию для топливных элементов.

Но времена менялись. Еще в 30-х годах прошлого века Фарадей показал, как можно вырабатывать электричество при помощи механического движения проводника, пересекающего силовые линии магнитного поля. В таком «электрическом генераторе»

или «динамо» кинетическая энергия движения превращалась в электрическую. И это могло стать хорошим дополнением к паровой машине.

Дело стало за достаточно мощным магнитом, ибо чем интенсивнее силовые линии магнитного поля, тем больше возникающий в проводнике ток.

И эта техническая задача была вскоре решена.

Дальнейшие события не заставили себя долго ждать. В 1872 году немецкий электротехник Ф. Хефнер-Альтенек сконструировал первый эффективно действующий генератор постоянного тока.

Теперь можно было дешево и в изобилии производить электричество, не только сжигая, скажем, уголь или другое подходящее топливо, но и использовать энергию падающей воды (гидроэлектростанция).

Сторонникам электрохимического способа получения энергии и, в частности, с помощью топливных элементов, делающих лишь первые робкие шаги, был нанесен сокрушительный удар. А вскоре за ним последовал другой, не менее внушительный.

Нанесли его топливному элементу двигателя внутреннего сгорания.

Если бы на рубеже XX века двигатели внутреннего сгорания развивались бы не столь стремительно, как это было в действительности, возможно, уже давно бы по дорогам планеты бегали бесшумные, экономичные, не загрязняющие атмосферу электромобили, получающие энергию от топливных элементов...

Однако вышло не так: замечательные достижения в деле конструирования двигателей внутреннего сгорания, их бурное, стремительное развитие и рост новой техники, основанной на их применении, окончательно решили спор не в пользу топливного элемента.

Сложная проблема топливных элементов, естественно, не вызвала особого энтузиазма. Вопрос был временно похоронен.

## ФИЛОСОФСКИЙ КАМЕНЬ ЭЛЕКТРОХИМИИ

Динамомашинная торжествовала. Неоспоримые преимущества нового способа позволили в широких масштабах начать быстрое внедрение электроэнергии в промышленность и быт. Усилия ученых и инженеров всецело сосредоточились в этом направлении.

Топливными же элементами продолжали заниматься только «чудаки». Для электрохимиков эти устройства вообще превратились в нечто вроде пугала — столько усилий и такие скромные плоды!..

Но так, исподволь, трудами многих поколений скромных подвижников идеи топливного элемента, незаметно, по кирпичику закладывался фундамент последующих успехов.

Типична фигура швейцарского исследователя Э. Баура, отдавшего проблеме топливного элемента 40 лет своей жизни.



Топливный элемент прямого действия (для электрохимического сжигания угля в кислороде воздуха) с расплавленным электролитом; сконструирован Бауром и Эренбергом в 1912 году. U-образная фарфоровая трубка нагревается спиралью до температуры выше 1000° С; между электродами расположен электролит — расплавленная сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Не удалось отыскать в справочниках и энциклопедиях даже дат его жизни, каких-то подробностей о нем самом. Только ссылки на его работы. Так, например, известен сконструированный еще в 1912 году топливный элемент Баура — Эренберга. Это устройство для электрохимического сжигания угля имело неплохие характеристики (кпд 90 процентов). Оно считается лучшим высокотемпературным элементом и до сих пор. Однако практического применения он не нашел.

В 1933 году Баур публикует пространнейший обзор, где подводит итоги работам многих поколений исследователей.

Работа Баура и до сих пор остается наиболее полной исторической сводкой сведений о топливных элементах.

Баур понимал стоявшие перед ним трудности. Он писал: «Как свинцовый, так и железо (или кадмиево)-никелевый аккумулятор потребовали долгих лет для своего оформления. Поэтому нельзя ожидать, что для создания топливных элементов потребуются незначительные усилия...»

И все же к концу своей жизни Баур приходит к пессимистическим выводам. Он заявляет публично: использовать топливные элементы невозможно.

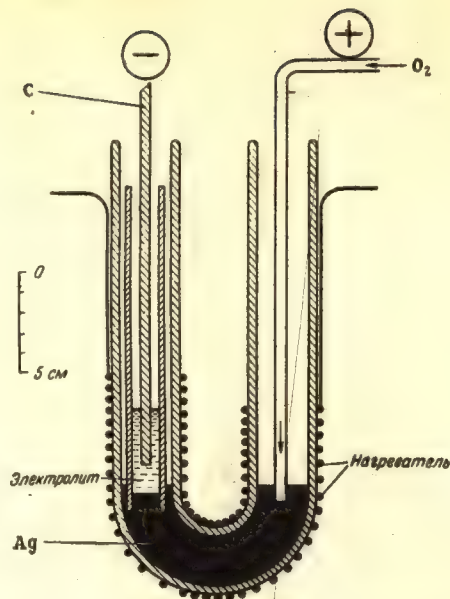
Его горькие слова — естественное следствие объективных трудностей, мешающих осуществлению мечты о топливных элементах.

Примечательно, что в этом и некоторая вина Оствальда. Он ведь ратовал за топливный элемент, в котором бы происходило сжигание угля! Вдохновленные его призывом исследователи прежде всего взялись за разработку именно этого варианта. (Хотя топливный элемент многолик: топливом в нем могут быть и газы, и жидкости, и твердые вещества.) Однако электрохимическое горение угля и оказалось (теперь это совершенно ясно) самым крепким орешком. Задача эта не решена до сих пор. Трудности здесь таковы.

Согласно законам термодинамики, печь должна гореть, как это ни удивительно на первый взгляд, тем лучше, чем она холоднее. Ибо, утверждают химики, равновесие реакции сжигания углерода в кислороде при этом сдвигается в сторону образования углекислого газа.

Однако простое наблюдение показывает, что количество угля при хранении на складах явно не убывает: при низких температурах окисление идет муравьиным шагом. Так и получается, что термодинамика говорит «да», а кинетика этого процесса отвечает «нет». И побеждает кинетика: уголь горит хорошо лишь при температурах примерно 1000 градусов (по Цельсию).

Баур и другие изобретатели топливных элементов по рецепту Оствальда и делали



ставку на уголь и высокие температуры. Но здесь их ждали неприятные сюрпризы. Высокие температуры вызывали сильную коррозию электродов и других деталей топливных элементов — и они оказывались недолговечными. Кроме того, на искусственное поддержание таких температур тратилась львиная доля электроэнергии, получаемой от топливного элемента. Овчинка не стоила выделки!

Так и получилось, что многие исследователи, изобретатели «сломали себе шею», доверившись рекомендациям Оствальда.

Но не только в этом было дело.

Сейчас, оглядываясь назад, видно, что Нернст и Оствальд слишком далеко опередили свое время. Тогда не было еще ни теоретических, ни экспериментальных, ни технологических средств решения этой большой задачи.

Недоставало многого, и прежде всего детальных знаний по катализу (они сейчас есть благодаря развитию химической промышленности), современных материалов (металлов, пластмасс, композитов), не было знания квантовой теории (ее разработка была начата Планком двумя десятилетиями позже выступления Оствальда).

Какими бы гениальными ни были изобретатели времен Оствальда, они не могли справиться с проблемой, стоящей на стыке нескольких областей знания, решить задачу, требующую организации совместной работы ученых разных специальностей — электрохимиков, физиков, математиков, специалистов по электронике, пластмассам, химической технологии, электротехнике... Всему этому научились позже: при работе над атомными и космическими проектами.

Как бы предчувствуя все эти трудности, Оствальд недаром назвал проблему топливного элемента философским камнем электрохимии.

(Продолжение следует.)



# КАМЧАТСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ ВИТУСА БЕРИНГА

Витус Беринг (1681—1741 годы).

Доктор исторических наук В. ПАСЕЦКИЙ.

**В**итус Беринг родился 12 августа 1681 года в Дании, в городе Хорсенсе. Он носил фамилию матери Анны Беринг, принадлежавшей к знаменитому датскому роду. Отец мореплавателя был церковным старостой. О детстве Беринга сведений почти не сохранилось. Известно, что юношей он участвовал в плавании к берегам Ост-Индии, куда еще раньше отправился и где провел много лет его брат Свен.

Витус Беринг возвратился из своего первого путешествия в 1703 году. Корабль, на котором он плавал, прибыл в Амстердам. Здесь произошла встреча Беринга с русским адмиралом Корнелием Ивановичем Крюйсом. По поручению Петра I Крюйс нанимал на русскую службу опытных моряков. Эта встреча привела Витуса Беринга на службу в русский военный флот.

В Петербурге Беринга назначили командиром небольшого судна. Он доставлял лес с берегов Невы к острову Котлину, там по приказу Петра I создавалась военно-морская крепость — Кронштадт. В 1706 году Беринга произвели в лейтенанты. На его долю выпало немало ответственных поручений: следил за передвижениями шведских кораблей в Финском заливе, плавал в Азовском море, перегонял корабль «Перл» из Гамбурга в Петербург, совершил поход из Архангельска в Кронштадт вокруг Скандинавского полуострова.

В трудах и баталиях прошло двадцать лет. И вот наступил крутой поворот в его жизни.

23 декабря 1724 года Петр I дает указание Адмиралтейств-Коллегии отправить на Камчатку экспедицию под начальством достойного морского офицера.

Адмиралтейств-Коллегия предложила во главе экспедиции поставить капитана Беринга, поскольку он «в Ост-Индии был и обхождение знает». Петр I согласился с кандидатурой Беринга.

6 января 1725 года, всего за несколько недель до своей смерти, Петр подписал инструкцию для Первой камчатской экспедиции. Берингу предписывалось на Камчатке или в другом подходящем месте построить два палубных корабля. На этих судах следовало отправиться к берегам «земли, которая идет на юг» и которая, возможно («понеже оной конца не знают»), является частью Америки, то есть определить, действительно ли земля, идущая на север, соединяется с Америкой.

В экспедицию, кроме Беринга, были назначены морские офицеры Алексей Чириков, Мартын Шпанберг, геодезисты, штурманы, корабельных дел мастера. Всего в путешествие отправилось 34 человека.

**П**етербург покинули в феврале 1725 года. Путь лежал через Вологду, Иркутск, Якутск. Много недель и месяцев длился этот трудный поход. Лишь в конце 1726 года экспедиция достигла берегов Охотского моря.

К постройке судна приступили немедленно. Необходимые материалы доставляли из Якутска в течение всей зимы. Это было связано со множеством трудностей.

22 августа 1727 года только что построенное судно «Фортуна» и сопровождающий его небольшой бот покинули Охотск.

Спустя неделю путешественники увидели берега Камчатки. Вскоре в «Фортуне» от-

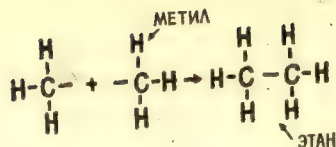


комбинируют), образуя более или менее устойчивые продукты.

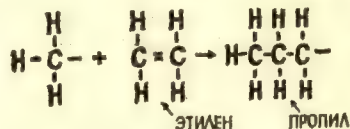
Здесь следует особо подчеркнуть важную особенность, которая отличает поведение свободных радикалов от взаимодействий устойчивых молекул. Чтобы заставить реагировать устойчивые молекулы, их необходимо активировать, сообщить им определенную порцию энергии. В ходе хаотического теплового движения некоторая доля молекул обладает достаточной для взаимодействия энергией, однако при невысоких температурах таких молекул немного, их соударения редки и поэтому скорость реакции невелика. Нагрев увеличивает число молекул, богатых энергией, — оттого и ускоряются при нем химические реакции. Что же касается рекомбинации свободных радикалов, то она не требует активации и потому может протекать с большой скоростью без нагрева, при весьма низких температурах.

Правда, при весьма глубоком охлаждении достаточно инертного вещества, в котором содержатся свободные радикалы, можно подавить их рекомбинацию: когда вещество твердеет, они просто не могут передвигаться, чтобы встретиться друг с другом, а с окружающим веществом не реагируют в силу его инертности.

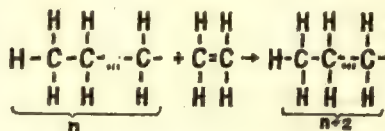
Но когда такую смесь размораживают и свободные радикалы получают возможность передвигаться и встречаться, они тотчас начинают рекомбинировать — ведь для этого им не нужно никаких энергетических дотаций! Оставаясь в толще жидкого или твердого вещества, они стеснены в объеме, иными словами, их концентрация велика, а это обуславливает очень высокую скорость их взаимодействия, которое может приобрести характер взрыва.



Встречаясь друг с другом, два метильных радикала образуют молекулу этана. Взаимодействуя с молекулой этилена, метильный радикал разрывает одну из связей между атомами углерода, и в итоге образуется бо-



лее крупный радикал — пропи́л. Он может повторить подобный процесс с новой молекулой этилена — итогом многократного повторения такого взаимодействия будет макромолекула полиэтилена. Уже этот неслож-



ный пример позволяет представить, какую важную роль свободные радикалы играют в процессах полимеризации. Решающее участие принимают они и в цепных реакциях, к которым относятся в значительной своей части процессы горения и взрыва. Свободные радикалы «работают» также в процессах крекинга и пиролиза, фотохимических и каталитических реакциях и т. д.

стижения такой устойчивости атомы водорода или галогенов, содержащие нечетное число электронов, объединяются попарно. При этом выделяется немало энергии.

Сдвигание, образование димера не заказано и для NO. Но энергетический выигрыш от этого настолько мал, что реально примесь N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> появляется в окиси азота только при сжигании этого газа охлаждением. И только при замерзании окись азота превращается в димер полностью.

Большинство свойств молекулы NO определяется ее неспаренным электроном. Частицы, имеющие такой электрон, называются радикалами. Стремление спарить его делает их неустой-

чивыми, химически активными. С такой точки зрения молекула NO — тоже радикал. Однако при обычных условиях окись азота довольно устойчива, и в реакции вступает в основном с более активными радикалами. Например, с атомами галогенов или с молекулами кислорода. Поэтому чистую, бесцветную окись азота удается извлечь только при полном отсутствии воздуха: малейшие следы кислорода приводят к появлению примеси бурой двуокиси азота NO<sub>2</sub>.

Превращение NO в NO<sub>2</sub> — это окисление. Однако окислением называют не только присоединение кислорода, но и процесс более общий — потерю молекулами электронов. В различных реак-

циях молекула окиси азота легко расстается со своим неспаренным электроном. При этом первоначально образуется катион нитрозония, NO<sup>+</sup>, частица с истинно тройной связью, гораздо более прочная, чем NO.

Помимо неспаренного электрона и связывающих электронов, орбитали которых изображены на рисунке, атомы, входящие в состав молекулы окиси азота, владеют парами электронов, которые не поступают в совместное пользование после образования связи. Эти неподеленные электронные пары могут служить образованию связей с ионами некоторых переходных металлов: молекула NO, не теряя неспаренного электрона, иногда образует комплексные соединения.

## ДВУЛИКИЙ ЯНУС

Так возникла догадка: нельзя ли истолковать странное поведение смесей олефинов с окислами азота по аналогии со свойствами «замороженных» радикалов?

Не сразу пришла эта мысль. Слишком уж различны они — активные, нестойкие радикалы и инертные, стабильные окислы. И все же кое-что общее у них есть: молекулы окислов азота не в пример молекулам большинства других соединений имеют нечетное число электронов. Как и свободные радикалы, они несут неспаренный электрон, обладают свободной валентностью. Именно благодаря этому окислы азота в определенных ситуациях способны к реакциям присоединения к веществам, химически не насыщенным. По той же причине они могут служить окислителями и образовывать с горючими веществами взрывчатые смеси, подобные смесям этих веществ с кислородом. Однако в силу некоторых причин химического характера смеси окислов азота с горючими веществами весьма пассивны, несмотря на заключенный в них большой запас химической энергии: их трудно поджечь, пламя распространяется в них медленно.

Как бог Янус у древних римлян, окислы азота имеют два лица: пассивны в процессах окисления, активны в присоединении.

За разговором о свободных радикалах мы видели, как метил легко, без активации присоединяется к этилену, разрывая одну из связей между атомами углерода. Сходным образом окислы азота присоединяются к олефинам: процесс идет со скоростью, сравнимой со скоростями радикальных реакций, его энергия активации составляет

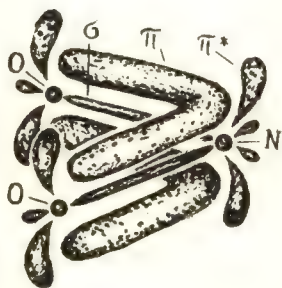
всего лишь несколько килокалорий на моль. Поэтому он лишь немного ускоряется с повышением температуры, и его ход не зависит от саморазогрева.

Ввиду сходства с реакциями свободных радикалов мы назвали процессы присоединения окислов азота к олефинам квазирадикальными. Частица «квази», в переводе с латыни означающая «мнимый», «ненастоящий», должна напоминать об отличии флегматичных в других реакциях окислов азота от активных короткоживущих малых радикалов.

Закономерности квазирадикального присоединения для конденсированных систем мы детально изучили у смесей пропилена с двуокисью азота. Скорость их взаимодействия при комнатной температуре, когда смесь представляет собою газ, относительно невелика. Поэтому такие смеси можно без опаски составлять и замораживать жидким азотом: за время приготовления смеси сохраняется большая часть исходных продуктов.

Но если замороженную смесь слегка нагреть, то при температуре, близкой к температуре плавления, между смешанными веществами возникает реакция и развивается со стремительно нарастающей скоростью.

Интенсивность взаимодействия сильно зависит от состава смеси. Когда пропилен вдвое меньше, чем двуокиси азота, при размораживании возможен сильный взрыв, особенно если смесь взята в достаточном количестве. Изменение состава в ту и другую сторону снижает возможность такого развития реакции. Смеси, содержавшие менее 17 и более 67 процентов пропилена, теряли способность к саморазогреву.



Производство двуокиси азота  $\text{NO}_2$  — бурого, легкосжижаемого газа — измеряется миллионами тонн в год, однако редкий химик наблюдал ее в виде, свободном от примесей. И вот почему.

Как и молекула  $\text{NO}$ , молекула  $\text{NO}_2$  содержит неспаренный электрон, то есть

## ДВУОКИСЬ АЗОТА

является радикалом. Но сдвигается, димеризуется двуокись азота гораздо легче не только в жидком состоянии (ниже  $+21^\circ\text{C}$ ), но и в газообразном. Чтобы полностью подавить образование  $\text{N}_2\text{O}_4$ , двуокись азота нужно нагреть до  $140^\circ\text{C}$ . Но как раз при этой температуре с ней начинается (пусть еще в слабой степени) другое превращение — распад на  $\text{NO}$  и кислород, реакция, обратная окислению  $\text{NO}$ . Короче говоря, на практике химики, как правило, имеют дело со смесью всех трех веществ ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ ), которую они называют «нитрозными газами».

То, что  $\text{NO}_2$  димеризуется легче, чем  $\text{NO}$ , свидетельствует о большей химиче-

ской активности двуокиси азота. Другие ее реакции тоже идут гораздо легче. Даже при пониженных, а тем более при обычных температуре и давлении она присоединяется к ненасыщенным молекулам. При повышенных вырывает атомы водорода из молекул насыщенных органических соединений.

Молекула органического соединения после отрыва водорода превращается в активный радикал. А эти радикалы реагируют между собой и с избытком  $\text{NO}_2$  настолько бурно, что процесс легко приобретает характер горения или взрыва. Достаточно сказать, что пара «углеводород—двуокись азота» еще на заре ракетной техни-



## КАК ЗАЩИТИТЬ ЗАВОД ОТ ВЗРЫВОВ

Все эти вскрытые закономерности имеют не только научное, но и большое практическое значение. Именно смеси олефинов и двуокиси азота часто угрожают безопасности криогенных аппаратов — установок для глубокого охлаждения, которые используются в химической промышленности для разделения газовых смесей.

Дело в том, что олефины часто встречаются в разделяемых смесях углеводородов, иногда даже являются одним из целевых продуктов. А окислы азота появляются в газовых смесях при их огневой переработке, для которой используются воздух или загрязненный азотом кислород. (При высокотемпературной переработке образуется только окись азота, однако после охлаждения она окисляется избыточным кислородом до двуокиси.) При длительной эксплуатации холодильных блоков опасные примеси накапливаются.

Загадочные разрушительные взрывы на криогенных установках теперь получили объяснение. Удалось не только разгадать их природу, но и предложить меры для их предотвращения.

Вероятность взрыва опасной смеси олефинов и двуокиси азота, как мы уже знаем, обусловлена определенной дозировкой ее компонентов. В ходе эксплуатации существующих криогенных агрегатов соотношение примесей обоих веществ не поддается контролю и регулированию и оказывается случайным. Надо полагать, что безопасное соотношение концентраций олефина и двуокиси азота во многих случаях оказывалось счастливым, но неизвестным фактором, обеспечивавшим сохранность промышленных установок.

Ну, а если попытаться регулировать дозировку взрывоопасных примесей? Можно, например, тщательной очисткой понизить концентрацию окислов азота. Правила безопасности жестко ограничивают допустимое их содержание миллионными долями процента. Однако глубокая очистка усложняет и удорожает технологический процесс и полной безопасности не гарантирует. И все же на это приходится идти: снижение вероятности взрыва окупает затраты.

Существует возможность и другого, более активного воздействия на охлаждающие смеси. Если в них вводить небольшие (сравнимые с количеством окислов азота) примеси насыщенных углеводородов, смеси становятся невзрывчатыми. Столь умиротворяющее воздействие оказывает, например, добавка 50 процентов бутана к смеси пропилена и двуокиси азота, взятых в наиболее опасном соотношении. К сожалению, такой способ не реализован до сих пор.

Конечно, нельзя сказать, что механизм взрывного взаимодействия после размо- раживания уже во всем понятен. Дело не заканчивается на квазирадикальном присоединении, тепловой эффект которого, вероятно, невелик. За ним, по-видимому, следует самоокисление образующихся соединений азота.

Однако то, что уже познано в этом механизме, в реакциях квазирадикального присоединения открывает новые плодотворные подходы к некоторым химически схожим, практически важным процессам.

Можно предположить, что квазирадикальное взаимодействие окислов азота с олефинами происходит при образовании «смога» в атмосфере промышленных районов. Механизм этих процессов сейчас выясняется.

ки использовалась как топливо для реактивных двигателей.

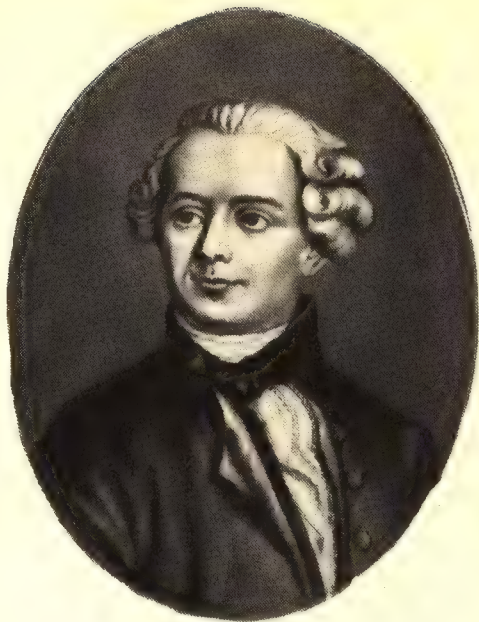
В чем же причины повышенной активности молекул двуокиси азота? Это не только наличие неспаренного электрона, как и молекуле NO, но и сильное разделение заряда между ее атомами. Два атома кислорода оттягивают на себя связывающие электроны и приобретают отрицательный заряд, а атом азота — положительный. Последнее сильно снижает способность молекулы NO<sub>2</sub> окисляться — отдавать неспаренный электрон, размещенный, как и в молекуле NO, на разрыхляющей орбитали: своим притяжением положительно заряженный атом азота удерживает его, так что отрыв этого электрона требует больших усилий, участия

более энергичного партнера-окислителя. С другой стороны, наличие положительного заряда на атоме азота позволяет двуокиси азота самой быть окислителем — принимать электрон. Правда, этот электрон приходит на разрыхляющую орбиталь, ослабляя и удлиняя связи между атомами кислорода и азота. И все-таки образующийся при этом нитрит-ион NO<sub>2</sub><sup>-</sup> — вполне реальная, хорошо известная частица, входящая в состав азотистой кислоты и ее солей.

Благодаря перечисленным особенностям химия двуокиси азота отличается многообразием, и порождают его четыре элементарных процесса: рекомбинация с радикалами, отрыв атомов, а также прием или потеря одного электрона.

Вглядимся теперь в связи, участвующие в образовании молекулы NO<sub>2</sub>. Ее «каркас» составляют орбитали сигма-типа, направленные под углом друг к другу и соединяющие атом азота с каждым из атомов кислорода.

Другой слой связей составляют трехцентровые орбитали пи-типа, охватывающие все атомы сразу. Разрыхляющая орбиталь, на которой помещается неспаренный электрон, также имеет «дольки» при каждом из трех атомов. Некоторая толика плотности неспаренного электрона достается каждому из них. Поэтому, соединяясь, например, со свободными радикалами, молекула NO<sub>2</sub> может образовывать связь как атомом азота, так и любым из атомов кислорода.



Жан Лерон Д'Аламбер  
(1717—1783).

# У Ч Е Н Ы Й — ЭНЦИКЛОПЕДИСТ

В. ЛИШЕВСКИЙ.

Исполнилось 200 лет со дня завершения издания, занимающего очень важное место в истории человеческой мысли. В 1751—1780 годах вышло 35 томов «Энциклопедии», или Толкового словаря наук, искусств и ремесел под редакцией Д. Дидро и Ж. Л. Д'Аламбера. Вначале были изданы 17 томов текста (60 тысяч статей) и 11 томов иллюстраций к ним. Затем дополнительно еще 4 тома текста и том иллюстраций и, наконец, 2 тома указателей.

Эту «Энциклопедию» называют памятником французского Просветительства, изданием, которое расшатало устои феодального общества и идеологически подготовило Великую французскую буржуазную революцию.

Ученые и писатели, сотрудничавшие в «Энциклопедии», вошли в историю как энциклопедисты. Это Вольтер, Ж.-Ж. Руссо, Монтескье, П. Гольбах и др. Идеальным вождем «Энциклопедии» был Д. Дидро. Он был составителем проспекта и ответственным редактором. Вторым редактором был Д'Аламбер. Это ему

принадлежит программная статья «Предварительное рассуждение», которой открывается первый том «Энциклопедии». Здесь были сформулированы цели и задачи издания — рассказать об основах всех человеческих знаний, дать детальное описание отдельных наук и осветить тесную связь между ними.

Если жизнь Дени Дидро (1713—1784) освещена довольно подробно (см., например, Луппол И. К. «Д. Дидро», М., 1960; Барская Т. Э. «Дени Дидро», Л.-М., 1962; Акимова А. «Дидро», М., 1963, и др.), то необычная судьба Д'Аламбера малоизвестна широкому кругу читателей.

Ночь с 16 на 17 ноября 1717 года в Париже выдалась ненастной. Завывал ветер, моросил мелкий дождь. Молодой полицейский, заканчивая обход, неожиданно услышал негромкий плач ребенка. На ступенях церкви святого Жана Лерона лежал маленький попискивающий комочек. Полицейский доставил подкидыша в участок.

Комиссар сразу понял, что ребенок родился несколько часов назад и в богатой семье. Об этом говорили дорогое одеяльце и выглядывающие из-под него кружева. Найденыш был очень слаб, и полицейский комиссар подумал, что если он поместит его в приют, то ребенок, вероятно всего, умрет, а если сохранить ему жизнь, то впоследствии на этом можно будет заработать. Поэтому комиссар отдал приказ своему подчиненному подыскать для малыша кормилицу в ближайшей деревне.

Так была спасена жизнь будущего великого ученого Д'Аламбера. Он был сыном генерала Детуша и писательницы Тансен. Когда Жан Лерон появился на свет (так он был назван по имени церкви, около которой был найден), его отца не было во Франции, и мать решила избавиться от внебрачного ребенка. Вернув-



Грузоподъемность развозных автомобилей колеблется от 0,25 до 1,8 т.

Поскольку развозные автомобили эксплуатируются главным образом в городах, где проблема загрязнения воздуха отработавшими газами стоит особенно остро, представляет интерес использование для перевозок мелких партий грузов малотоннажных электромобилей. Доставка почты, товаров на дом в среднем требует суточного пробега около 60 км, а развозка продуктов, снабжение магазинов — около 80 км. Примерно такой запас хода при одной зарядке батарей могут обеспечить современные электромобили. Так, в Англии, где парк электромобилей довольно велик (около 60 тысяч машин), 90% его используется именно для этих целей. Производство доставочных фургонов, оснащенных электромоторами постоянного тока и свинцово-кислотными аккумуляторами, ведут в этой стране около двух десятков фирм.

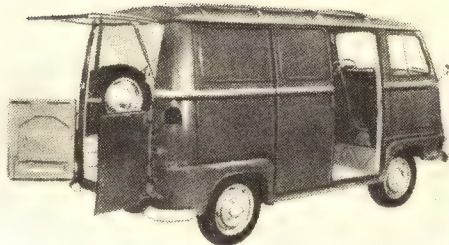
Первые опыты применения развозных электромобилей в нашей стране производились в 1948—1958 годах, когда в Москве и Ленинграде для перевозок почты испытывалась экспериментальная партия фургонов НАМИ-750 и НАМИ-751. В 1977 году в Подольске эксплуатировалась опытная партия из десяти развозных электромобилей НИИАТ-А.925.01.

«Основные направления экономического и социального развития народного хозяйства СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» предусматривают создание конструкций и начало производства малотоннажных электромобилей с эффективными источниками тока для внутригородских перевозок. Уже сегодня на Ульяновском и Ереванском автомобильных заводах испытываются опытные образцы развозных электромобилей; в этом же направлении ведет работы ряд наших НИИ.

Развозные автомобили сегодня составляют важную часть в производственной программе заводов всех промышленных развитых стран. Выпускается широкий диапазон моделей как по грузоподъемности, так и по типу кузовов. Наиболее перспективной считается схема, представленная такими машинами, как «Рено-эстафета» и «Ситроен-С35L», хотя по-прежнему популярны модели, аналогичные ЕрАЗ-762А, ИЖ-2715 и «Джип-Ј20», поскольку год от года спрос на развозные автомобили растет и каждая разновидность по-своему его удовлетворяет.

Инженер Л. ШУГУРОВ.

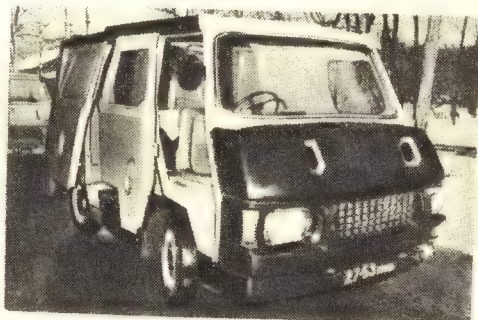
НИИАТ-А. 925.01 (СССР). Экспериментальный электромобиль-фургон, созданный совместными усилиями НИИ автомобильного транспорта, Всесоюзного НИИ электротранспорта и Рижского электромеханического завода. У машины кузов с алюминиевой обшивкой и сдвижными дверями, правое расположение руля, независимая подвеска всех колес. Источник электроэнергии — блок из восьми аккумуляторов грузовика КамАЗ. Мощность двигателя — 21 кВт. Запас хода — 70 км. Длина машины — 4,0 м. Погрузочная высота — 0,7 м. Масса в снаряженном состоянии (с аккумуляторами) — 2,0 т. Грузоподъемность — 0,5 т. Скорость — 70 км/ч.



«Рено-эстафета» (Франция). Одна из наиболее удачных конструкций доставочных фургонов, с передними ведущими колесами. Задняя дверь в машине сделана трехстворчатой (редко встречающаяся особенность), боковая — сдвижной. Отсутствие привода на задние колеса и независимая подвеска всех колес позволили значительно опустить пол грузового помещения и ощутимо уменьшить погрузочную высоту. Рама отсутствует — ее функции выполняет несущий кузов. Рабочий объем двигателя — 1289 см<sup>3</sup>. Мощность — 35 л. с. (26 кВт). Длина машины — 4,47 м. Погрузочная высота — 0,42 м. Высота грузового помещения — 1,83 м. Масса в снаряженном состоянии — 1,12 т. Грузоподъемность — 1,0 т. Скорость — 90 км/ч.



«Ситроен С35L» (Франция). Эта одна из последних моделей машин для доставки малых партий грузов выпускается во Франции (завод «Ситроен») и Италии (завод FIAT). Ее отличительные особенности: передние ведущие колеса, независимая торсионная подвеска всех колес, широкая (1,19 м) сдвижная дверь в правом борту. Рабочий объем двигателя — 1985 см<sup>3</sup> (карбюраторный двигатель), или 2175 см<sup>3</sup> (дизель). Мощность — 65 л. с. (48 кВт), или 62 л. с. (46 кВт). Длина — 5,96 м. Погрузочная высота — 0,5 м. Высота грузового отсека — 1,82 м. Масса в снаряженном состоянии — 1,62 или 1,67 (с дизелем) т. Скорость — 100 км/ч.





# ПОДВИЖНЫЕ ГЕНЫ

Член-корреспондент АН СССР  
Г. ГЕОРГИЕВ (Институт  
молекулярной биологии АН СССР).

Гены входят в состав хромосом. Каждая хромосома (у человека их в клетке 23 пары, а у мухи дрозофилы — 4 пары) содержит одну гигантскую молекулу двухспиральной дезоксирибонуклеиновой кислоты — ДНК. Отрезки этой молекулы и являются генами — своеобразными планами, по которым строятся белки клетки. В течение длительного времени считали, что гены располагаются по всей длине хромосомы в определенных местах и положение их строго фиксированно и неизменно. Однако в начале 50-х годов этой догме был нанесен удар. Американская исследовательница Барбара Мак Клинтон обнаружила, что в хромосомах кукурузы некоторые гены способны перемещаться с одного места на другое. Факт этот не получил дальнейшего объяснения, — природа перемещающихся элементов так и осталась непонятой.

В течение длительного времени эти работы не развивались, пока в семидесятых годах сходное явление не было обнаружено у бактерий. Бактериальный геном (то есть совокупность всех генов) намного меньше, и устроен он проще, чем геном животных и растений, и из него легче выделять индивидуальные гены. Поэтому подвижные элементы генетического аппарата бактерий — их называют транспозонами — были довольно хорошо исследованы.

Между тем в практику молекулярной биологии пришли методы генетической инженерии. Эти методы позволяют внедрить любой индивидуальный фрагмент ДНК (в частности, животной ДНК) в клетки бактерий, которые при определенных условиях могут размножать, «нарабатывать» этот фрагмент в любых желаемых количествах.

Изучение генов плодовой мушки дрозофилы, размноженных таким способом в бактериях — в кишечной палочке, — сразу привело к открытию целой серии подвижных элементов в генетическом аппарате (геноме) дрозофилы.

Исследование, с помощью которого были обнаружены эти элементы, было выполнено совместно научными коллективами Института молекулярной биологии и молекулярной генетики АН СССР.

Работа, которая привела к обнаружению подвижных генов, ставилась поначалу совсем с иными целями. Мы хотели выде-

лить из генетического аппарата дрозофилы гены (то есть участки ДНК), на которых интенсивно образуется матричная РНК (мРНК) — их называют активно работающими генами.

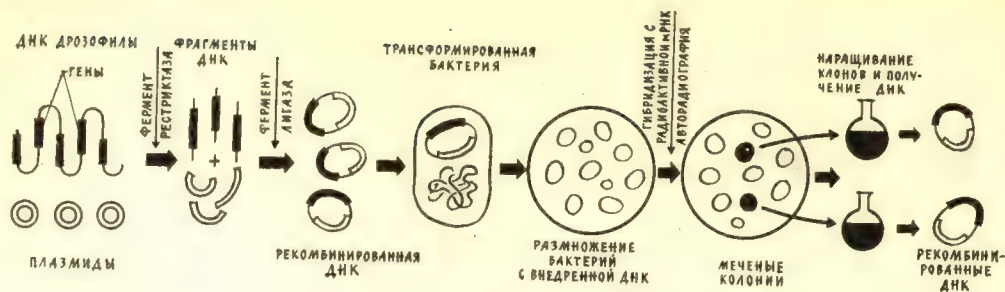
Дрозофила была выбрана для этих опытов по ряду обстоятельств. Ее генетический аппарат в 30—40 раз меньше, чем у млекопитающих, а поэтому легче вести анализ, а кроме того, генетика дрозофилы изучена лучше, чем генетика любого другого из высших организмов. И, наконец, в ряде клеток дрозофилы имеются так называемые гигантские хромосомы, которые образуются из обычных путем многократного удвоения ДНК, но без последующего деления клеток. На таких хромосомах легко изучать расположение генов.

Мой сотрудник Ю. Ильин и его аспирант Н. Чуриков встроили случайные фрагменты ДНК дрозофилы в бактериальные плазмиды — дополнительные маленькие хромосомы бактерий — и вырастили клоны бактерий, содержавшие такие рекомбинантные плазмиды. Каждая колония бактерий содержала и обеспечивала размножение какого-то одного фрагмента ДНК дрозофилы. Затем выделили ДНК из сотни разных клонов бактерий и провели их гибридизацию с мРНК, извлеченной из клеток дрозофилы. При этой реакции с ДНК связывается комплементарная ей РНК, то есть та РНК, которая синтезируется в клетке на матрице этой ДНК. ДНК трех клонов из ста связала большое количество мРНК, подтвердив этим, что перед нами как раз те участки генома дрозофилы, которые содержат активно работающие гены. Теперь надо было получить обнаруженные активные гены в достаточном количестве, для чего эти три колонии бактерий были размножены. И началось регулярное изучение их ДНК, а с ним появились и разные неожиданности.

Одним из главных методов, с помощью которого было решено изучать свойства генов, стала гибридизация меченой ДНК плазмиды размноженного клона с гигантскими хромосомами слюнных желез дрозофилы. Ильин и Чуриков готовили меченую бактериальную ДНК, вводя в нее радиоактивные изотопы, а Е. Ананьев из лаборатории доктора биологических наук В. Гвоздева (Институт молекулярной генетики АН СССР) смотрел за тем, как меченая ДНК связывается с хромосомами. Стекло с распластанными хромосомами, после их гибридизации с меченой ДНК, покрывают фотоэмульсией и после длительной экспозиции и проявления смотрят, в какие участки хромосом включилась радиоактивность (этот метод исследования называется автордиографией). Так обнаруживается, где, в каком месте хромосомы находится данная ДНК.

Оказалось, что во всех трех случаях (напомню: было выделено три клон бактерий) ДНК связывается не с одним местом или малым числом мест на хромосомах (что характерно для всех ранее изученных генов), а со многими разными участками





ми хромосом дрозофилы — от 10 до 40, а это говорит о том, что в каждой клетке содержится много копий одного и того же гена. (Напомним, что каждый фрагмент ДНК дрозофилы, встроенный в генетический аппарат бактерии в первой серии опытов, мог связываться лишь с определенным, соответствующим ему — как говорят ученые, комплементарным — участком ДНК дрозофилы.)

Так в хромосоме были обнаружены и определены множественные гены.

Однако наиболее неожиданным для исследователей стало то, что местоположение этих генов в хромосоме строго не фиксировано: они могут обнаруживаться в самых разных ее местах.

Стали тщательно изучать расположение выявленных генов у разных индивидуумов, и было найдено, что представители разных линий, но одного и того же вида дрозофилы очень отличаются друг от друга по местоположению этих генов. Мухи одной и той же линии имеют уже более сходный рисунок расположения изучаемых генов, и лишь у разных клеток одного и того же организма их распределение одинаково. Это свойство — нестабильная, варьирующая локализация — принципиально отличает выделенные нами гены от всех других ранее изучаемых генов дрозофилы, положение которых в хромосомах строго фиксировано.

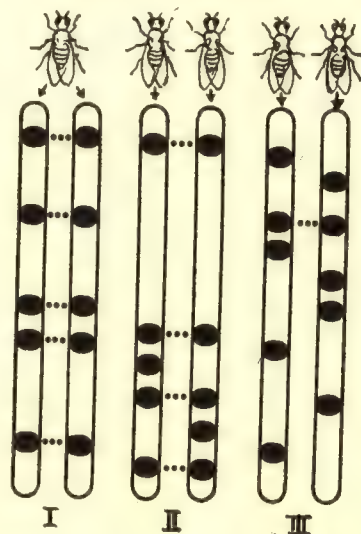
Учитывая все особенности выделенных генов, мы их поэтому и назвали мобильными, диспергированными, генетическими элементами — мдг, то есть подвижными, рассеянными по хромосомам. Три наиболее изученные были обозначены как мдг 1, мдг 2 и мдг 3.

Одновременно с исследованиями, которые шли в наших лабораториях, сходные работы проводились в США, в лаборатории Хогнесса. С помощью методов генной инженерии Хогнесс и его сотрудники выделили три генетических элемента, аналогичных нашим мдг. Выделенные ими гены отвечали за синтез больших количества мРНК, их было много, и они были разбросаны по разным участкам хромосом. Однако авторы не увидели, что они мобильны. Лишь двумя годами позже, уже после того, как я сообщил об этом явлении на симпозиуме в США в 1977 году, бывшие сотрудники Хогнесса Рубин, Янг и Финнеган также зафиксировали подвижность обнаруженных ими генов.

Схема получения мдг методом молекулярного клонирования. Сначала ДНК дрозофилы расщепляют на фрагменты (длина каждого — несколько тысяч пар оснований). Кольцевую ДНК выделенной из бактерии плазмиды, несущей ген устойчивости к антибиотикам ампициллину, рассекают в одной точке. Затем с помощью фермента — лигазы — эти ДНК (рассеченные плазмидные ДНК и фрагменты ДНК дрозофилы) соединяют между собой и получают рекомбинантную кольцевую плазмиду. Такой комбинированной ДНК обрабатывают бактерии и затем выращивают их в присутствии ампициллина. Только те бактерии, в которые проникла плазмидная ДНК, могут расти в присутствии антибиотика (они получили с плазмидной ДНК ген устойчивости к нему). Из них развивается много колоний бактерий, каждая из которых несет плазмиду с определенной, ей одной присущей вставкой из ДНК дрозофилы.

Следующая задача — найти нужную вставку из ДНК. Для этого ДНК из разных колоний бактерий гибридизуют с радиоактивной мРНК, выделенной из клеток дрозофилы. Тогда те колонии, которые содержат фрагменты ДНК дрозофилы, ответственные за синтез мРНК, свяжут мРНК и станут радиоактивными (их находят по засветке рентгеновской фотопленки). Затем такие колонии наращивают в большом количестве и выделяют из них плазмидную ДНК для дальнейших исследований.

Схематически показано, как расположены подвижные гены в хромосомах клеток одного животного (I), двух животных, принадлежащих к одной линии, то есть генетически очень близких (II), и, наконец, животных разных линий (III).



В последующие годы, с одной стороны, Чуриков и Ильин, а с другой — американские исследователи выделили еще целую серию (около 20) разных семейств генетических подвижных элементов. Уже открытые к настоящему моменту мдг составляют около 5 процентов всей ДНК клетки дрозофилы, и 10 процентов всей мРНК синтезируются на этих генах. Как видите, они составляют значительную часть всего генетического аппарата. Уже одно это потребовало дальнейшего тщательного их изучения.

Исследования мдг ведутся в разных направлениях. Одно из них — это изучение их структуры. Они имеют довольно большую длину: размер каждого элемента составляет 5—7 тысяч нуклеотидных пар. Все копии данного типа мдг одинаковы, но, находясь в разных участках хромосом, они окружены разными генами, а это, как мы увидим дальше, имеет определенные последствия.

Выявлена и такая интересная особенность «подвижных генов»: на концах каждого из них находятся повторы, то есть небольшие последовательности нуклеотидов, одинаковые в начале и в конце такого гена.

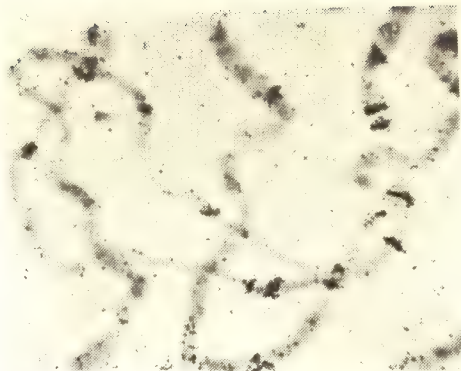
В прошедшем году А. Баев (мл.) и Ю. Ильин из нашей лаборатории вместе с А. Краевым и К. Скрыбининым из лаборатории академика Баева определили последовательность нуклеотидных звеньев (на концах мдг 3, выяснив, что они абсолютно одинаковы и каждая из них имеет 268 нуклеотидов. Через некоторое время американцы определили структуру концов другого мдг (носящего название «копия»), а В. Кульгускин в нашей лаборатории — структуру концов мдг 1.

Во всех случаях организация концов мдг оказалась в основных чертах сходной, лишь повтор на концах мдг 1 значительно длиннее (442 нуклеотида), чем у мдг 3 или «копии».

Эти работы выявили еще одну любопытную деталь — сходство в организации концов подвижных элементов дрозофилы и таких же подвижных элементов (или транспозонов) бактерий. Очевидно, именно то, что существуют идентичные последовательности на концах, дает возможность вырезать транспозон и встраивать его в новое место генома.

Ю. Ильин и В. Хмельяускайте (аспирантка из Литвы) провели опыты, выясняющие, как работают мобильные гены, то есть как происходит транскрипция или синтез РНК в мдг. Оказалось, что мдг «прочитывается» как независимая от остальной ДНК единица. Синтез РНК начинается в одном из концевых повторяющихся фрагментов и заканчивается в другом.

Таким образом, эти опыты выявили еще одну функцию концевых повторяющихся фрагментов мдг. Они важны не только для переноса мдг из одного участка генома в другой, но также играют ключевую роль в работе самих мдг — в них расположены



Гибридизация мдг с участками гигантских хромосом дрозофилы в местах, где хромосомы, происходящие от отца и от матери, не слились. В этих участках расхождения отчетливо видно, что мдг имеет совершенно разное местоположение на хромосомах отца и матери.

участки, ответственные за начало и за окончание транскрипции мдг. Такая организация делает работу мдг в значительной мере независимой от остального генетического аппарата, и, вероятно, этой независимостью обеспечивается активное воспроизведение мдг в клетке.

Как часто подвижные гены перемещаются из одного места хромосомы в другое и как это сказывается на работе окружающих генов? Оказалось, что хотя они обнаруживаются в самых разных местах хромосом, их переносы наблюдать не так-то легко. На помощь пришли данные о том, что мдг может влиять на работу других генов, рядом с которыми они располагаются.

Располагаясь рядом с геном, ответственным за окраску глаз дрозофилы (ген W), мдг может нарушать работу этого гена, и тогда цвет глаз у мух меняется. Таким образом, у которых мдг лежит рядом с геном W, можно легко отличить от тех, у которых его в данном месте нет. На таких дрозофилах удалось наблюдать, что примерно у одной из 10 000 мух в потомстве окраска глаз становится нормальной. Изучая затем ее хромосомы методом гибридизации, удалось выяснить, что мдг, расположенный ранее рядом с геном W, исчез. В некоторых подобных случаях его удаётся обнаружить на новом месте в другой хромосоме, где раньше его не было.

Вот таким способом выявляется редкое событие — перенос подвижного гена на новое место в хромосоме (однако, вероятно, в определенных условиях частота перемещений мдг может резко возрастать).

Мобильные диспергированные гены существуют не только у дрозофилы. Амери-



канский исследователь Дэвис (Сан-Франциско) обнаружил их в клетках дрожжей. Они устроены и ведут себя так же, как мдг дрожзофилы. Д. Крамаров выявил весьма сходные элементы в геноме мышей. По-видимому, подвижными генами наделены все организмы, имеющие истинное ядро, так называемые эукариоты, а к таковым относятся все живые существа — от дрожжей до млекопитающих.

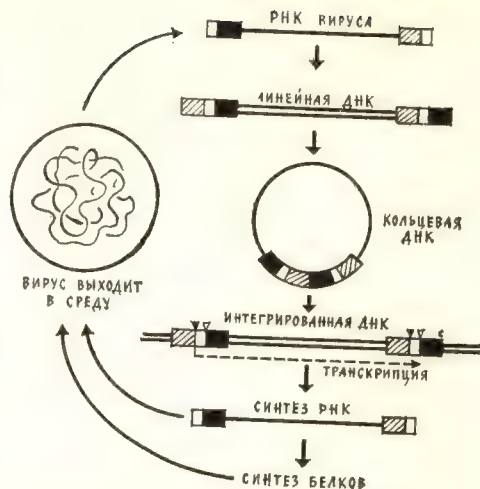
**Какова природа и значение мобильных диспергированных генов? Детальное изучение их свойств открывает их разительное сходство с так называемыми эндогенными ретровирусами.**

Ретровирусы не имеют ДНК, они содержат РНК. Когда такой вирус проникает в клетку какого-либо организма, происходит так называемая обратная транскрипция вирусной РНК и образовавшаяся на ее матрице ДНК встраивается в генетический аппарат хозяина. Затем на ней, как на обычном клеточном гене, происходит синтез вирусной РНК. Если вирус полноценен, то его РНК обеспечивает синтез белков вирусной частицы, и в результате образуются вирусы, поступающие во внешнюю среду.

Ретровирусы не убивают клетку. Поэтому животные, содержащие ретровирусные геномы, дают нормальное потомство. Оказалось, что практически все изученные виды позвоночных содержат в своем генетическом аппарате встроенные геномы ретровирусов. Многие из них, а иногда и все в ходе эволюции утратили способность к синтезу зрелых вирусных частиц. Эти стабильно внедренные в ДНК живых существ копии ретровирусов и называются эндогенными ретровирусами, крайне похожими по всем своим свойствам на подвижные гены — мдг.

Например, концы эндогенных ретровирусов имеют повторяющиеся последовательности, служащие своеобразной отметкой начала и конца транскрипции. Эти участки организованы точно так же, как и концевые повторы мдг. Таким образом, эндогенные ретровирусы являются, вероятно, одним из классов подвижных элементов генетического аппарата животных.

В процессе функционирования ретровирусы могут захватывать разные гены нормальной клетки. Попадая внутрь ретровируса или оказываясь рядом с ним, эти гены выходят из-под клеточного контроля, клетка перестает регулировать их активность, и их работа начинает идти независимо. Если захвачен ген, имеющий отношение к регуляции роста и размножения клеток, то такие клетки выходят из-под контроля, превращаются в опухолевые (в настоящее время известно уже больше десятка разных генов, захват которых ретровирусами приводит к раковому превращению клетки). Ретровирус, захвативший подобный ген, становится, следовательно, онкогенным. Однако, поскольку вирус не получает никаких преимуществ, никакой пользы от присутствия в нем такого гена (а как правило, закрепляются признаки по-

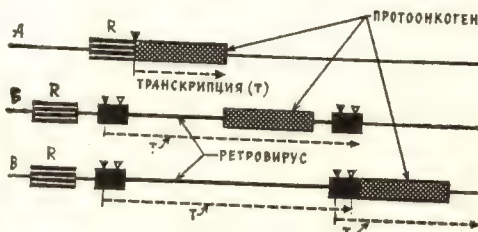


На рисунке представлен цикл развития ретровируса. РНК вируса попадает в клетку какого-либо организма, где на ней при участии фермента — ревертазы — синтезируется двухцепочечная ДНК, на концах которой образуются повторы. Эта ДНК циклизуется, включается в ДНК хозяина и на ней начинается синтез РНК вируса. Эта РНК вместе с белками, синтезированными при ее участии, образует новые вирусные частицы, которые выходят из клетки. Обратите внимание на сходство в организации интегрированного ретровируса и мдг.

лезные), то он легко теряет его. Поэтому возникшие онкогенные ретровирусы в природе быстро исчезают.

Как уже отмечалось, встроенные в генный аппарат клетки ретровирусные геномы можно рассматривать как частный случай мдг. Отсюда можно предполагать, что эти элементы при своих редких перемещениях могут захватывать гены или подстраиваться к генам, работа которых определяет важнейшие клеточные процессы. В этом случае клетка может иногда приобретать измененные свойства, нехарактерные для данной клетки. Хотя переносы мдг — собы-

В нормальной клетке работа любого гена находится под контролем клеточных сигналов (R), в определенной последовательности включающих тот или иной ген в работу (а). Если же ген, потенциально подверженный превращению в онкогенный, попадает внутрь ретровируса (б) или оказывается рядом с ним (в), его транскрипция становится независимой от клетки-хозяина, поскольку регуляторные участки ее отрезаны от гена. Его работа полностью теперь зависит от вирусного генома.



## Н О В Ы Е   К Н И Г И

**Наука стран социализма.** Семидесятые годы. Сборник. М., «Знание», 1980. 400 с. с илл. 32 000 экз. 4 р. 80 к.

В книгу включены статьи крупнейших ученых социалистических стран, напечатанные в сборниках «Наука и человечество» за последние десять лет и обогащенные новыми данными. Издание хорошо иллюстрировано, рассчитано на широкий круг читателей.

**Марчук Г. И. Молодым о науке.** М., «Молодая гвардия», 1980. 302 с. с илл. 75 000 экз. 90 к.

В книге академика Г. И. Марчука, адресованной молодежи, рассказывается о роли науки в жизни общества, о некоторых глобальных проблемах, стоящих перед человечеством, а также о региональных проблемах, связанных с развитием Сибири. Много внимания уделено закономерностям научно-технического прогресса, месту молодежи в науке, взаимоотношениям учителей и учеников. Книга иллюстрирована документальными фотоснимками.

**Памятники Отечества.** М., «Советская Россия», 1980. 175 с. с илл. 50 000 экз. 1 р. 10 к.

Этим выпуском Всероссийское общество охраны памятников истории и культуры начинает периодическое издание иллюстрированного альманаха.

Известные деятели науки и искусства, писатели и публицисты рассказывают о значении памятников культуры, об усилиях общественности по их охране.

**Краснопольская Н. Е. Во имя любви к человечеству...** Документальная повесть о В. В. Воровском. М., Политиздат, 1981. 287 с. с илл. 200 000 экз. 80 коп.

«Я люблю человечество и отдаю ему все свои силы» — эти слова видного партийного и государственного деятеля Вацлава Вацлавовича Воровского, дипломата, погибшего на боевом посту, могут служить эпиграфом к посвященному ему исследованию. Книга литератора и историка Н. Е. Краснопольской написана на основе обширного документального материала, в том числе архивного, мемуарного и эпистолярного.

**Полярный круг.** 1980. Редкол.: В. И. Бардин, В. Ф. Бурханов, Е. С. Короткевич и др. М., «Мысль», 1980. 279 с. с илл. 140 000 экз. 1 р. 60 к.

В этот научно-художественный сборник, адресованный широкой читательской аудитории, вошли материалы о географических экспедициях наших дней. Читатели найдут здесь документальные рассказы о подвигах советских исследователей Арктики и Антарктики, о строительстве за полярным кругом современных городов, об уникальном научно-спортивном плавании по маршруту Москва — Арктика — Дальний Восток — Сибирь — Москва, а также описание похода женской лыжной команды «Метелица» и другие интересные материалы.

**Герасимов Г. И. Общество потребления: мифы и реальность.** М., «Знание», 1980. 240 с. (Импрериализм. События. Факты. Документы). 40 000 экз. 45 к.

Автор несколько лет проработал корреспондентом АПН в Соединенных Штатах Америки. Эта книга — итог его наблюдений. На живых примерах — беседах со многими американцами — автор показывает духовное обнищание и моральную деградацию буржуазного «общества потребления». В книге использованы фоторепродукции фотохроники ТАСС, автора и ряда зарубежных периодических изданий.

тия редкие, но, с другой стороны, их общее число в клетке весьма велико — оно исчисляется тысячами, — в результате вероятность появления подобных клеток в организме достаточно велика. А это дает основание полагать, что подвижным генам принадлежит не последняя роль в запуске той цепи процессов, которая ведет к превращению нормальной клетки в опухолевую.

Не исключено, что, беря под контроль другие гены, подвижные гены могут оказывать самое разнообразное влияние на клетки. В частности, они могут определять многие индивидуальные различия между особями одного вида. Во всяком случае, расположение мдг элементов в геноме — это тот признак, по которому индивидуальные различия между организмами выражены наиболее ярко.

Откуда произошли мобильные гены? Пока это неясно. Возможно, все они когда-то внедрились в клетку как вирусы. Возможно, наоборот, ретровирусы имеют клеточное происхождение, то есть произошли из мдг. Как бы то ни было, эти элементы внутри генетического аппарата обладают определенной автономией. Они могут не выполнять никаких полезных функций, но тем не менее существенным образом влияют на работу генома в целом.

На цветной вкладке (вверху) — микрофотография хромосомы дрозофилы, стрелками указаны места расположения одного из подвижных множественных генов, а именно — мдг3.

Ниже — схематическое изображение карты двух видов подвижных генов — мдг3 и мдг1. С двух сторон они ограничены короткой одинаковой последовательностью нуклеотидов (красный кружок), которая образовалась в результате удвоения определенного блока хромосомы хозяина в том месте, куда внедрился подвижный ген. Красные черточки разной толщины показывают места, по которым ген разрезается на отдельные фрагменты — такая операция необходима для изучения структуры гена. Свообразными «ножницами» исследователю здесь служат ферменты — рестриктазы, обладающие замечательным свойством: каждая рестриктаза «разрезает» ген только в строго определенном месте. С их помощью можно изолировать отдельные фрагменты гена, например, концевые последовательности подвижного гена.

На схематической карте одного и другого гена красными квадратами очерчены повторяющиеся концевые элементы. Расшифровка концевых элементов мдг1 дана четырехцветной лентой. Здесь также выявлены определенные закономерности: конец и начало, в свою очередь, одинаковы, то есть у концевых повторов подвижных генов есть свои концевые повторы. Красные стрелки и синие черточки выделяют участки, которые служат сигналом к началу и окончанию синтеза РНК.



# П О Н И М А Т Ь ДРУГ ДРУГА

ЗАМЕТКИ ЖУРНАЛИСТА

В. ШЕВЕЛЕВ.

Известна легенда о Вавилонской башне. Начинается она так: «На всей земле был один язык и одно наречие». В то время, о котором идет речь, люди достигли больших успехов в строительстве и ремеслах. И тогда, как сказано в библии, они решили построить огромную башню, чтобы взобраться на небо. Строительство началось и пошло успешно. Но об этом узнал бог и спустился на землю посмотреть, что там затеяли люди. Человеческая самонадеянность его возмутила, и он решил пресечь дерзкий замысел. Как? Разрушить башню? Но тогда люди начнут строить снова: «Не отстанут они от того, что задумали делать». Зная человеческое упорство, бог решил действовать более основательно. Он сказал: «Сойдем же и смешаем там языки их, так чтобы один не понимал речи другого».

Именно это он и сделал. Люди заговорили на разных языках, перестали понимать друг друга и в результате перестали строить город и башню.

Каждый, вероятно, может вспомнить случаи, когда взаимное непонимание (а чаще недопонимание) решительно мешало общему делу.

Несколько лет назад мне предложили принять участие в работе над документальным фильмом об ученых, изучающих озеро Байкал.

Я с радостью согласился и вместе со съемочной группой из пяти человек в начале сентября вылетел в Иркутск. Ровно све-

Если бы каждый член человеческого рода не мог изъяснить своих понятий другому, то бы не только лишены мы были сего согласного общими дел течения, которое соединением разных мыслей управляется, но и едва бы не хуже ли были мы диких зверей, разсыпанных по лесам и по пустыням.

М. В. Ломоносов,  
«Российская грамматика».

тило солнце, спокойно лежало могучее озеро-море, по берегам его полыхали краски сибирской осени. В распоряжение киногоруппы передала катер, на котором можно было ездить вдоль всего побережья.

Все складывалось прекрасно.

Правда, еще в Москве меня предупредили, что у оператора группы скверный характер и с ним трудно иметь дело. Но я не придал этому большого значения. И действительно, вначале все развивалось вполне благополучно. И в самолете и в первые два дня в поселке Листвянка, откуда начинался маршрут киногоруппы, мы увлеченно обсуждали план предстоящей работы. Однако уже к концу первой недели отношения стали несколько натянутыми. А еще через несколько дней стало совсем плохо.

На вопрос, почему, я бы ответил коротко: не нашли общего языка. Точнее было бы сказать: группа не нашла общего языка с Юрием — назовем так оператора. С ним оказалось очень трудно разговаривать — обсуждение самого простого вопроса легко превращалось в тяжелую, изматывающую нервы ссору. Чужое суждение, даже если оно было дельным и умным, он выслушивал с нетерпением, мог бросить презрительно: «Открытие!», «Это и дураку ясно!», «Это и ежик знает!» Ему ничего не стоило перебить собеседника, отвернуться от говорящего и обратиться еще к кому-нибудь, во время беседы он мог начать листать записную книжку, чистить ногти.

Между тем сам он отличался повышенной обидчивостью. Скажем, с утра группа

## Л А Б И Р И Н Т

По этому лабиринту надо пройти от пункта А в пункт Б, учитывая сигналы на перекрестках. Что они означают, показано на вкладке внизу слева: синий позволяет идти вниз в двух направлениях, красный — в двух направлениях вверх, желтый — только по горизонтالي налево и направо.

Зеленый знак — тупик, хода нет. В середине лабиринта ряд перекрестков не имеет сигналов. Здесь нельзя менять направление движения, можно только следовать тем путем, по которому вы подошли к этому перекрестку.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ Тренировка внимания

Задача взята из нового приложения «Игры и стратегия» к известному нашим читателям французскому журналу «Science et vie» («Наука и жизнь»).

Совпадет ли ваше решение с тем, что будет в следующем номере журнала?

определяет, что сегодня надо снимать. Юрий считает, что надо ехать в поселок Коты — на биологическую станцию Иркутского университета. Кто-то ему возражает: сегодня погода стоит ясная, а завтра метео-сводка обещает шторм. Может быть, лучше сегодня снимать исследования, которые под открытым небом проводит научное судно «Черский», а уж завтра ехать в Коты, где съемки предстоит делать в закрытом помещении?

Разумно, казалось бы. Но Юрий темнеет лицом.

— Почему всегда так получается, что любое мое слово встречают в штыки? Чем я заслужил такое к себе отношение?

Тот, кто внес предложение, сокрушенно (не в первый ведь раз) машет рукой:

— Делай, как хочешь!

Но Юрий свирепеет еще больше.

— Ты на меня рукой не махи, я не слабоумный идиот, чтобы от меня отмахиваться.

И пошло-поехало. Уж и забыли, с чего разговор начался.

Или, например, кто-то напоминает:

— Юра, нам бы не упустить гидробиологов, они скоро будут свертывать свои работы.

Что тут обидного? А Юрий обижается.

— Ты меня вечно упрекаешь, ты хочешь показать, что ты все помнишь, а я растапа. Ты создаешь в группе склочную обстановку, атмосферу подозрительности и нетерпимости.

— Я создаю?

— Не я же!

Оказалось, что у членов группы разное отношение к будущему фильму — что положить в основу, на чем делать ударение, а что оставить в тени.

Юрий, например, был совершенно убежден, что любое научное исследование должно завершаться каким-либо эффектным образом — что-то завертелось, вспыхнуло, взорвалось. А если ничего не крутится и не вспыхивает — что тут снимать?

Другие члены группы считали, что такое представление о развитии науки — поверхностное и неточное.

Значит, особенно важно договориться, кто же прав. Однако серьезного спора — хоть убей! — никак не получалось. В нервных перепалках утекало драгоценное время из отпущенного нам месяца, а дело не двигалось.

Фильм, который получился в результате, стыдно вспоминать. Голос за кадром рассказывал о том, какие уникальные возможности для научных исследований представляют берега, вода и животный мир Байкала, объяснял, какие задачи решают работающие здесь ученые. А на экране шли кадры, которые к сказанному имели весьма слабое отношение — обычные рекламные красоты: волны ласково накатываются на песчаный берег, разбиваются о скалы, качают рыбацкие лодки. Между тем, что зритель слышал, и тем, что он видел, не было почти никакой связи.

Причиной взаимного непонимания может быть чей-то дурной характер. Но, разумеется, не только в этом дело.

Свидетель подробно и добросовестно рассказал о том, что он видел. А следовательно рассердился.

— Что же у вас получается! Преступник был низкого роста, а вы говорите, что он высокий, драка продолжалась минуты две, а вы говорите — десять. Получается, что вы сознательно хотите ввести следствие в заблуждение. А?

Свидетель смущенно разводил руками и не знает, что ответить.

А между тем все дело в низкой квалификации и неопытности следователя. Он просто упустил из виду особенности нашего восприятия. Человек среднего роста кому-то вполне может показаться издалека высоким, если он стоит рядом с низким, хорошо освещенные предметы как будто придвигаются и представляются ближе, чем они есть на самом деле, положительные эмоции создают впечатление быстрого течения времени, а отрицательные — медленного (поэтому, кстати, свидетелю и показалось, что крайне неприятная сцена, которую он наблюдал, длилась очень долго).

Врач берет в руки рентгеновский снимок и говорит в сердцах:

— Никуда не годится!

Он имеет в виду качество снимка — и ничего другого. Но он не подумал о больном, который сидит рядом. А тот, конечно, решает, что слова врача относятся к состоянию его здоровья. Необдуманная фраза заставляет больного мучиться, переживать, не спать ночами.

Барьеры на пути взаимопонимания очень часто возникают в тех случаях, когда люди упускают из виду или не хотят думать о характере, душевном состоянии, национальных и психологических особенностях своего собеседника.

Человек не поймет другого, если мимо его сознания пройдет то обстоятельство, что тот, другой, только что пережил тяжелое горе, рассеян и подавлен; его будет раздражать неприятная манера собеседника все переспрашивать, если он не заметит, что тот плохо слышит; ему будет трудно общаться с человеком из Средней Азии, если он забудет о том, что южные народы более оживленно жестикулируют, чем северные; он станет в тупик во время разговора с болгаринном, если не будет знать, что болгары качают головой из стороны в сторону, если хотят сказать «да», а кивают в знак отрицания.

Рассказ об одной моей неудаче, я надеюсь, откроет еще одну грань проблемы: людям мешает понять друг друга разный



уровень освоения материала, разное отношение к делу.

В Бюракане был рай. В долине стояла душная жара, а здесь, на высоте, дышалось легко, прозрачный воздух расширял простор вокруг, приподымал Арарат и другие прекрасные горы.

Корпуса Бюраканской обсерватории стояли в саду — груши и сливы висели среди осенних листьев, таких же ярких, как плоды. В открытом бассейне возле входа лениво помахивали пышными хвостами золотые рыбы.

Мне предстояло написать сценарий для документального фильма о бюраканских астрофизиках.

Ровно в 11 часов секретарша директора обсерватории академика Амбарцумяна, пожилая, сухощавая женщина, открыла дверь, напомнив:

— Ваша беседа рассчитана на час.

Передо мной сидел небольшого роста человек в хорошем, чуть мешковатом костюме и смотрел на меня спокойными умными глазами.

И глядя в эти глаза, я почувствовал ужас: я совершенно не знал, о чем мне его спрашивать.

Должен покаяться: я поверхностно готовился к этой поездке, легкомысленно понадеявшись на свой опыт и находчивость. Собираясь поработать в библиотеке обсерватории, но красоты Бюракана действовали разлагающе. Я листал книги, а слушал птиц за окном, то и дело отрывался, чтобы посмотреть на невероятной синевы небо...

Виктор Амазаспович подождал минуту и придвинул к себе квадратички чистой бумаги, готовясь записывать мои вопросы.

— Слушаю вас.

Я спросил:

— Как современная астрофизика относится к происхождению галактик?

Он ответил.

— А как трактует проблему черных дыр?

Он снова ответил.

— Что вы можете сказать по поводу так называемых белых карликов?..

Я знал, что существуют проблемы определения возраста галактик, черных дыр, белых карликов... Но мои познания носили обрывочный, школярский характер, они не стали моим собственным взглядом на вещи.

Я задавал вопросы, получал ответы и старался не глядеть на собеседника. А когда все-таки посмотрел, увидел в его глазах хо-

лодную вежливую скуку. Они оживились только однажды, когда я спросил, почему в наш просвещенный век находятся люди, которые связывают человеческую судьбу с движением звезд. На Западе, например, многие журналы до сих пор публикуют гороскопы.

Виктор Амазаспович задумался. В его глазах мелькнул интерес.

— Я как-то не думал об этом. Вероятно, у человека велика потребность связать себя с тем, что его окружает. Наверное, где-то в глубине человеческой души живет досада: просто невероятно, чтобы это прекрасное, сверкающее звездами небо не имело к нему никакого отношения. И он ищет связь... Может быть, здесь ответ?

Я ощущал горечь и растерянность — передо мной сидел мудрый человек, а разговаривать нам не о чем — слишком велика дистанция между его и моим пониманием обсуждаемого предмета. В том месте, где зашла речь о связи человеческой судьбы с движением звезд, могло вроде бы что-то получиться, какой-то свет забрезжил. Но я упустил момент, снова съехал на развешенную колею и стал спрашивать что-то насчет квазаров и пульсаров.

Ровно в 12 часов, чопорная секретарша открыла дверь и, строго глядя на меня, сказала:

— Виктор Амазаспович, к вам пришли.

Беседа кончилась. Она не продвинула меня ни на шаг в понимании того, что следует рассказать о Бюраканской обсерватории. Впрочем, некоторая польза все-таки была: я кувырком вылетел из райских кущей и почувствовал себя на грешной земле. Ночами я теперь сидел над книгами, днем ходил по лабораториям, разговаривал с сотрудниками обсерватории, не стесняясь спрашивать то, чего не знаю.

Через несколько дней мне удалось еще раз встретиться с Амбарцумяном. Этот разговор сильно отличался от предыдущего. Да и сам фильм в конце концов получился. Но все это было позже.

Воспоминание о первом разговоре с В. А. Амбарцумяном каждый раз вызывает у меня острое чувство досады и стыда. Боязнь еще раз пережить что-нибудь подобное заставляет меня теперь тщательно готовиться к любой мало-мальски серьезной беседе. Я не пойду на встречу, прежде чем не напишу четко вопросы, которые предстоит задать, не продумаю их порядок, возможные варианты: если он ответит мне так, я его спрошу вот что...

## «ИСПРАВЛЕННОМУ ВЕРИТЬ»

Исправьте фразу, приведенную в кавычках, объясните ошибки.

Если хотите себя проверить, смотрите стр. 129 нашего журнала.

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Практическая  
стилистика

«Мы убедились в том, что вопреки данным ранее обещаний отдел продолжает тормозить освоению новой технологии».



### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОВОЗ

На железных дорогах СССР применяются сейчас два типа тока: постоянный напряжением 3000 вольт и переменный частотой 50 герц и напряжением 25 000 вольт. Сейчас в стране разработан и начал выпускаться электровоз ES 499.1, рассчитанный на оба типа тягового тока. Переход с постоянного тока на переменный и обратно производится простым переключением. Новый электровоз соответствует мировому уровню, достигнутому в этой области техники.

На снимке — электровоз ES 499.1 на испытательном стенде, позволяющем проверить все оборудование в работе, не трогаясь с места.

Чехословацкая тяжелая  
промышленность  
№ 2, 1981.

### ЛАЗЕРНЫЙ ФЛЮГЕР

Американская фирма «Юнайтед Текнолоджи» создала лазерный локатор для

определения направления и измерения скорости локальных потоков ветра. Конечно, увидеть «чистый» ветер невозможно, но воздух всегда несет какое-то количество пыли. Свет лазера, отражаясь от движущихся с ветром частиц, несколько изменяет свою частоту, согласно принципу Доплера. Это смещение частоты регистрируется, и ЭВМ сообщает данные о скорости и направлении потока. Радиус действия локатора — около 20 километров.

Flight Technology  
№ 3772, 1980.

### КОНСЕРВЫ С ПШЕНИЦЕЙ

В Институте консервной промышленности в Пловдиве (НРБ) разработана технология производства плодовых консервов с добавкой пшеницы. Добавка обогащает вкусовые и диетические качества консервов из яблок, груш, персиков, айвы и других фруктов, улучшает их белковый, ви-

таминный и минеральный состав.

Новый вид продуктов питания получил высокую оценку и при клинической проверке, проведенной Институтом питания при Академии медицинских наук НРБ. Выпуск таких консервов налаживается впервые в мире, и можно ожидать, что они найдут широкий спрос и за границей.

Поглед  
№ 5, 1981.

### ХОЛОДИЛЬНИК С РУКОМОЙНИКОМ

Всем известно, что задняя стенка холодильника при работе греется. Это то тепло, которое «выкачивается» из холодильной камеры, плюс тепло, возникающее при работе мотора и компрессора. Над вопросом, нельзя ли его использовать, задумались конструкторы западногерманской фирмы «АЭГ-Телефункен».

В новом холодильнике «Артис» на задней стенке размещены теплообменник и бак. За сутки 75 литров воды нагреваются с 15 до 55 градусов Цельсия. Вода с такой температурой вполне пригодна, например, для стирки синтетических тканей, а после разбавления холодной — для умывальника и душа. Холодильник удовлетворяет 50—60 про-



центов суточной потребности в горячей воде семьи из четырех человек, при этом компрессор холодильника включается реже, так как нагреваемая вода помогает



отводить тепло из камеры. В результате экономится и горячая вода и электроэнергия.

Hobby  
№ 1, 1981

## СБОРНЫЕ КАРКАСЫ «КАНСПА»

Румынские инженеры из Ясского научно-исследовательского проектного института предложили новую конструкцию сборных железобетонных каркасов для зданий самого разного назначения. В отличие от традиционных сборных каркасов, соединение элементов которых производится в узлах, в случае новой системы, названной «КАНСПА», элементы сочленяются в торцах, там, где нагрузки уменьшены.

Система «КАНСПА» отличается высокой надежностью, прочностью, простотой изготовления и монтажа. Число вариантов комбинирования стандартных деталей очень велико. Новое техническое решение уже применено на практике при строительстве торгового центра, учреждений и экспериментального жилого квартала в Яссах. На схеме — вариант сборки каркаса из элементов «КАНСПА». 1 — пятиветвистый узел, 2 — шестиветвистый узел, 3 — навеска стен и перекрытий, 4 — перекрытие нижнего этажа.

Știința și Tehnică  
№ 11, 1980.

## ЕЩЕ ОДНА ЭЛЕКТРОННАЯ ИГРА

В последние годы на мировом рынке появилось немало основанных на микросхемах электронных автоматов, с которыми можно сыграть в шахматы, шашки, нарды, бридж (см. «Наука и жизнь» № 4, 1981 г.). Старинная японская игра го до сих пор не поддавалась «автоматизации». Полный алгоритм го и сейчас еще не разработан. Но осенью прошлого года японская фирма «Каваден инджиниринг» смогла выпустить две модели автоматов для обучения игре в го. Создавая различные игровые ситуации на экране из жидких кристаллов, машина спрашивает

обучаемого, как бы он пошел в данном случае, а затем оценивает ход и, если он был неудачным, показывает, как следовало бы пойти. Разные моменты и ситуации игры запрограммированы в 50 сменных кассетах, вставляемых по необходимости в автомат.

Jeux et Strategie  
№ 7, 1981.

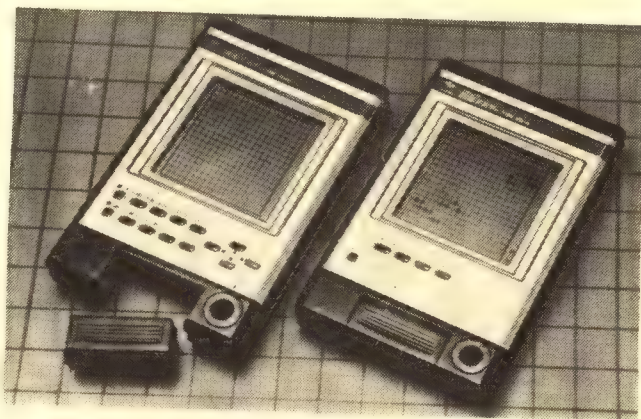
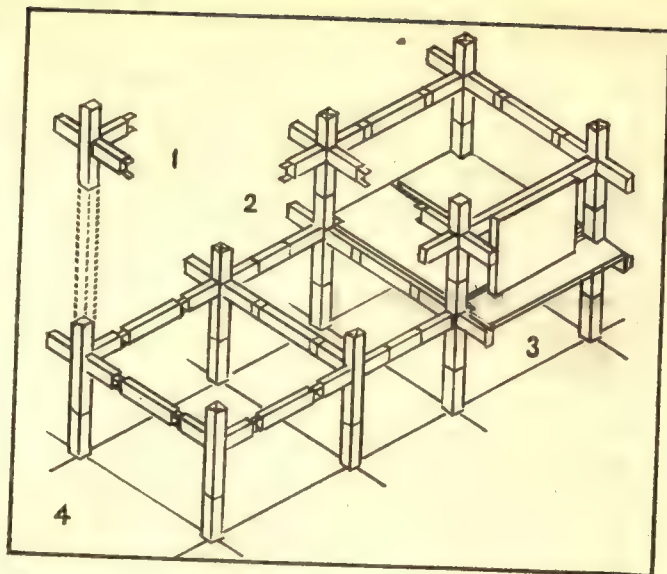
## СТЕТОСКОП ДЛЯ ИНЖЕНЕРА

Польское предприятие «Сонопан» в Белостоке начало выпуск прибора для виброакустической диагностики неисправностей различных машин. По сути дела, это электронный стетоскоп инженерного назна-

чения. Он состоит из динамического микрофона, усилителя с плавной регулировкой усиления и наушников. К микрофону прилагаются специальные насадки разной формы, позволяющие прослушивать колебания различных деталей машин, биение валов и пульсацию газовых струй.

После небольшой тренировки инженерный стетоскоп помогает легко и быстро проверять состояние техники. При проверке работы подшипников можно даже определять разные фазы износа. Прибор разработан в Познанском политехническом институте.

Trybuna Ludu  
6.1.1981.







## ГОРОД В ДЖУНГЛЯХ

В конце прошлого года на северном побережье Колумбии, в долине Буритакка, на реке того же названия, были обнаружены остатки крупного города, воздвигнутого индейцами племени таирано в начале IX века. Как считает руководящий раскопками колумбийский археолог Альваро Сото, в период расцвета города в нем было порядка трехсот тысяч жителей. Город, название которого еще не известно (и, возможно, так и останется неизвестным), был построен на высоте 1300 метров над уровнем моря, в самом сердце субтропического леса. Как полагают, его укрепления должны были служить защитой от вторжений племен людоедов с территории современной Венесуэлы. Но разрушили его в 1630 году гораздо более жестокие враги—испанские конкистадоры. Пока неясно, как испанская армия смогла пройти к городу—сейчас его достигают с большим трудом после пятидневного путешествия по лесным и горным тропам на спине мула либо воздушным путем, на вертолете.

Директор Колумбийского института культуры Глория Зеа полагает, что раскопки города займут не менее десяти лет. Только сеть улиц, во многих местах представляющих собой каменные лестницы-террасы, имеет длину около 450 километров.

На снимке — одна из крепостных башен города.

Science et Vie  
№ 761, 1981.



## СТЕКЛЯННЫЙ МОЛОТОК

Стекло, обработанное с помощью нового метода, разработанного в ГДР, можно забивать гвозди. По этому методу в поверхностный слой стекла внедряются катионы щелочноземельных металлов, и прочность стекла значительно увеличивается. Хотя вряд ли стекло составит конкуренцию стали в изготовлении молотков, но, очевидно, для сверхпрочного стекла найдется множество других применений.

Jugend und Technik  
№ 1, 1981.

## КТО ВЫ — СПРИНТЕР ИЛИ СТАЙЕР?

Мастерство и совершенство атлета—результат многих факторов, в том числе, конечно, и упорных трени-

ровок. Но, как утверждает датский физиолог доктор Бенгт Салтин, спринтеры от рождения имеют в своих мышцах особую пропорцию разных мышечных волокон, и, если у человека ее нет, он никакими тренировками не добьется в спринте выдающихся результатов.

Мышечные волокна делятся на два крупных типа: поперечнополосатые и гладкие. Первые движутся по воле человека и сокращаются быстро; вторые сокращаются медленно и не могут управляться сознательно (например, мышцы кишок, зрачка глаза). В свою очередь, поперечнополосатые волокна делятся на сокращающиеся быстро и не очень быстро.

У среднего человека эти два типа поперечнополосатых волокон имеются примерно в одинаковом количестве. Но мускулы ног бегуна мирового класса на длинную дистанцию содержат около 80 процентов медленно сокращающихся волокон, способных зато действовать долгое время. У хороших спринтеров, напротив, в среднем 75 процентов мышечной массы ног составляют быстрые волокна, создающие взрыв силы и скорости, но быстро утомляющиеся.

Пропорция разных мышечных волокон предопределена генетически, и тренировка здесь практически ничего не меняет. Правда, при длительной тренировке на выносливость можно несколько замедлить действие быстрых волокон и уменьшить их утомляемость, но ускорить сокра-



Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

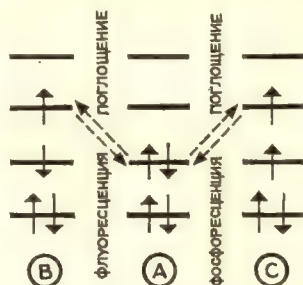
Для того чтобы началась химическая реакция, необходимо сообщить реагирующим веществам какую-то энергию. Химические превращения — это процессы разрыва старых и образования новых связей между атомами. Все это требует определенных энергетических затрат.

Из житейского опыта мы знаем: часто для того, чтобы провести взаимодействие двух веществ, достаточно их нагреть. Действительно, нагрейте очень горячим утюгом или раскаленным гвоздем ткань или бумагу, и вы переведете клетчатку в черный уголь. А сколько самых разнообразных химических реакций происходит, когда мы жарим или варим пищевые продукты! Тепло — наиболее распространенный стимулятор химических превращений.

Но ведь известны и другие виды энергии, например, световая. Может ли свет вызывать химические реакции? Обыденный опыт помогает ответить и на этот вопрос. Вспомните хотя бы про выцветание тканей на ярком свете. Разрушение органических красителей под действием света — тоже химическое превращение.

Поразмыслим над сущностью таких превращений. Что происходит, когда квант света падает на молекулу?

В любой молекуле связь между атомами осуществляют электроны. Эти электроны располагаются на нескольких электронных уровнях-полочках, как показано на рисунке. Положим, что в молекуле четыре электрона, способные взаимодействовать со светом, и столько же уровней энергии, на которых эти электроны могут располагаться. Предположим, что в обычном, наиболее устойчивом состоянии некоторой молекулы (А) электроны размещаются на двух нижних уровнях, по два на каждом.



Обратите внимание: электроны обозначены стрелками. Так отмечен присущий каждому электрону механический момент — спин. Судя по рисунку, спины находящихся на одном уровне электронов направлены в противоположные стороны.

Падающий на молекулу квант света взаимодействует с электроном, передает ему свою энергию, и электрон запрыгивает на более высокий энергетический уровень. При этом «прыжке» спин электрона может не изменить свою ориентацию, и тогда система приходит в так называемое синглетное состояние (В). В таком возбужденном состоянии молекула долго пребывать не может, электрон очень скоро (уже через  $10^{-8}$  сек.) «соскакивает» на свою нижнюю полочку. Этот процесс перехода электрона сопровождается выбросом кванта света — вещество светится. Такое свечение называется флуоресценцией.

Флуоресценцию легко наблюдать. Погрузите в спирт лист зеленого растения. Когда раствор станет зеленым от перешедшего в спирт хлорофилла, профильтруйте его через вату или промокательную бумагу. Вынесите пробирку на свет. Вы увидите, что в отраженном свете (если смотреть на раствор сбоку) раствор флуоресцирует красноватым цветом.

Возможен и другой вариант: электрон при возбуждении не только запрыгивает на более высокий уро-

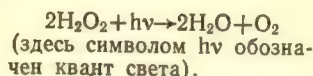
вень, но и меняет ориентацию спина. Тогда говорят, что система перешла в метастабильное триплетное состояние (С). Средняя продолжительность такого состояния довольно большая и может достигать многих секунд. Но все-таки и здесь со временем электрон возвращается на более низкий уровень. Этот процесс сопровождается свечением, называемым фосфоресценцией. Если флуоресценцию можно наблюдать только в то время, пока на вещество падает свет, то фосфоресценция — это послесвечение, оно видно в течение нескольких минут после того, как выключен источник света.

Приведем рецепт фосфоресцирующей смеси, дающей зеленое свечение. Тщательно смешайте растертые компоненты: 10 г мела ( $\text{CaCO}_3$ ), 0,5 г сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), 0,4 г бургы ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), 3 г серы, 0,3 г сахара, 0,5 мл пятипроцентного раствора нитрата висмута  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ . Прокаливайте полученную смесь при температуре  $800-900^\circ\text{C}$  в течение 15 минут.

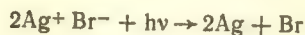
До сих пор мы говорили о процессах, когда освещенная система со временем (меньшим для флуоресценции, большим в случае фосфоресценции) возвращается в исходное состояние. Но бывает и так, что возбуждения, вызванного квантом света, оказывается достаточно, чтобы произошел разрыв химических связей между атомами и завязались новые связи, одним словом, чтобы произошло химическое превращение. В этом случае запрыгивание электрона на более высокий уровень — лишь первый этап коренной перестройки всей электронной системы.

Налейте в пробирку немного концентрированного раствора перекиси водорода (учтите: это опасное для кожи вещество!) и поместите пробирку на яркий сол-

нечный свет. Вы увидите пузырьки выделяющегося кислорода:

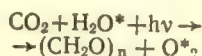


Другой пример дает фототграфия. Химические процессы, приводящие к появлению изображения на фотопленке, начинаются с того, что кванты света, упавшие на кристаллическую решетку бромистого серебра (построенную из чередующихся положительных ионов серебра и отрицательных ионов брома), выбивают электроны из ионов брома и «переселяют» их на ионы серебра. В результате образуются атомы металла и свободного галогена:



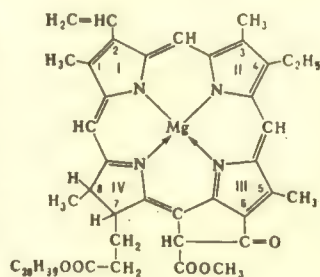
Известно очень большое число самых различных химических реакций, происходящих под действием света. Здесь и разрушение молекул органических соединений, и присоединение различных веществ (например, кислорода), и изомеризация. Наконец, известна одна реакция, происходящая в природе и имеющая огромное значение — фотосинтез. Именно благодаря этому процессу мы можем жить на Земле, именно этот процесс позволяет превращать миллионы тонн углекислого газа, выдыхаемого животными и человеком, выбрасываемого трубами заводов и автомобилей, в живительный кислород. Переработка углекислого газа в кислород — это отнюдь не единственная «заслуга» фотосинтеза. В нем следует подчеркнуть как минимум еще две стороны: вторым продуктом превращения углекислого газа являются клетчатка и крахмал (весьма ценные вещества) и наконец, фотосинтез позволяет использовать солнечную энергию.

Общую схему фотосинтеза, проходящего в зеленых растениях, можно описать очень просто:



Здесь  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  обозначает углевод (глюкозу, крахмал, клетчатку), а звездочка показывает, что кислород, выделяемый растением, берется не из углекислого газа, а из воды, принимающей участие в процессе. Как ни просто выглядит это уравнение, реальный процесс фотосинтеза в растениях чрезвычайно сложен и во многом еще непонятен.

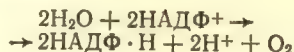
Сейчас известно, что фотосинтез можно разделить на два этапа. Первый этап идет на свету, который необходим для протекания химических реакций этой стадии. Деятельную роль здесь играет зеленый пигмент хлорофилл. Он представляет собой комплексное соединение, в котором атом магния находится в кольце из четырех пиррольных циклов:



Под действием кванта света молекула хлорофилла переходит в возбужденное состояние (электрон запрыгивает на «верхнюю полку»), после чего может возвратиться в первоначальное основное состояние, выбрасывая квант света. Вот такую флуоресценцию раствора хлорофилла вы и наблюдали, разглядывая в боко-

вом свете зеленый спиртовой экстракт растения.

В первой, световой стадии фотосинтеза углекислота не участвует. В этот период под действием света при посредничестве хлорофилла происходит разложение воды. От ее молекул отнимаются электроны, которые перекачиваются к соединению с очень длинным названием — никотинамидадениндинуклеотид и дефосфату, сокращенно обозначенному НАДФ. Это соединение переходит в свою восстановленную форму, обозначаемую условно НАДФ·Н. Уравнение этой стадии:

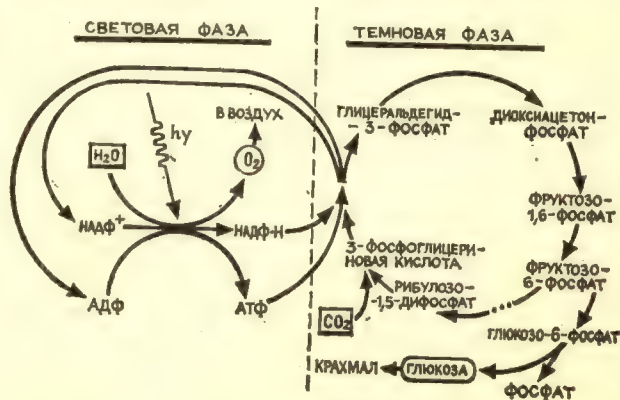


Одновременно система заряжается энергией:



Это уравнение требует пояснений. Во всех живых организмах (от микроба до человека) аккумулятор энергии имеет одну и ту же природу и работает так: аденозиндифосфорная кислота (АДФ) присоединяет к себе фосфорную группу, остаток фосфорной кислоты ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), и образуется аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). В дальнейшем, когда в каком-либо биохимическом процессе требуется порция энергии, АТФ отщепляет фосфорную группу и переходит в АДФ: при этом на каждый моль выделяется около десяти килокалорий.

Упрощенная схема процесса фотосинтеза.

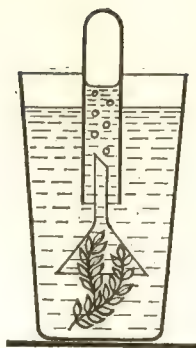




Что же мы имеем в результате световой стадии фотосинтеза? Очень многое. Во-первых, мы получили хороший биологический восстановитель НАДФ·Н, во-вторых, мы зарядили энергией биохимический аккумулятор. Теперь уже без света в темновой стадии оба эти вещества будут использованы для восстановления двуокиси углерода в углевод.

Процесс этот очень сложный и включает множество промежуточных веществ, требует участия различных ферментов. На его упрощенной схеме (см. рисунок) исходные для фотосинтеза вещества представлены в квадратных рамках, продукты обведены кружками. Такими продуктами являются кислород и углеводы (на схеме — глюкоза и далее — крахмал).

Веточку водного растения элодеи (широко распространена в комнатных аквариумах) поместите в стакан с водой и накройте сначала воронкой, затем заполненной водой пробиркой, как показано на рисунке. Растение надо «покорить» углекислым газом (для этого желательно



взять газированную воду или бросить в стакан щепотку соды). Поставьте стакан на яркий свет. Постепенно пробирка заполнится газом. Поместите в пробирку тлеющую лучинку — она вспыхнет. Выделившийся газ — это кислород.

Какое-либо комнатное растение (например, примулу) поставьте на несколько дней в темную комнату. После этого выставьте растение на подоконник на яркий солнечный свет, а один из листочков прикройте плотно с обеих сторон черной бумагой с вырезанной фигурой. Через несколько часов или через день сорви-

те подопытный лист, поместите его в чашку с кипящей водой, затем в стакан с кипящим спиртом. Когда лист обесцветится, промойте его в холодной воде и положите в стакан с раствором йода и йодистом калий. Йод дает с крахмалом синее окрашивание. Крахмал образуется только в тех местах листа, куда попал свет, так что на листе вы увидите фигуру, которая была вырезана в черной бумаге.

Мы познакомились с примерами, когда свет вызывает химические реакции. Но известны и другие случаи, когда в результате химической реакции выделяется энергия в виде светового излучения. Вот один такой опыт. Растворите в четверти стакана формалина щепотку гидрохинона и чайную ложку поташа. Теперь поместите раствор в литровую бутылку из-под молока и очень осторожно приливайте к нему перекись водорода. Если опыт проводить в затемненной комнате, то, помимо вспенивания реакционной массы, можно заметить и свечение, возникающее в результате окисления гидрохинона.

## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### «ИСПРАВЛЕННОМУ ВЕРИТЬ»

Мы убедились в том, что вопреки данным ранее обещаниям отдел продолжает тормозить освоение новой технологии. Так должна читаться фраза, которую мы предложили вам исправить. Присмотримся к ней внимательней.

Глагол «убедиться» и образованное от него существительное «убеждение» управляют предложным падежом зависимых слов с предлогом «в»: **убедиться в чем-нибудь, убеждение в чем-нибудь** и т. п. Ошибочное управление с предлогом «о (об)» возникает в обиходно-разговорной речи и в деловом просторечии под влиянием ложной аналогии таких конструкций, как **думать о чем-нибудь, говорить о чем-нибудь, высказывать мысли, суждения о чем-нибудь** и т. п.

Предлог «вопреки» в современном литературном языке управляет зависимыми словами в дательном (а не в родительном) падеже. Например: **вопреки указанию, вопреки желанию, вопреки обещаниям** и т. п. В XIX веке конструкция **вопреки чего-ни-**

**будь** (с родительным падежом зависимых слов) широко употреблялась наряду с конструкцией **вопреки чему-нибудь** (с дательным падежом управляемых слов). См., например, у Л. Н. Толстого: «То, что он, **вопреки опасений** княжны Марьи, не велел насильно увезти ее, а только не приказал ей показываться на глаза, обрадовало княжну Марью» («Война и мир», т. III, ч. II, гл. VIII).

В современном литературном языке употребление предлога «вопреки» с родительным падежом расценивается как устарелое или неправильное.

Наконец, глагол «тормозить» в литературном языке управляет винительным падежом зависимых слов: **тормозить что-нибудь**. Ошибочное управление этого глагола (тормозить чему-нибудь) с дательным падежом возникает в обиходно-разговорной речи и в нелитературном просторечии под влиянием ложной аналогии близких по значению конструкций: **мешать кому-чему-нибудь, препятствовать кому-чему-нибудь** и т. п.

Доктор филологических наук  
Л. СКВОРЦОВ.



## ДЛЯ ТЕХ, КТО ВЯЖЕТ

### Двухцветная курточка для девочки 3—4 лет

Для выполнения модели понадобится около 200 г белой и 90 г коричневой пряжи. Спицы 3,5 мм.

**Образец вязки.** Наберите 24 петли.

**1-й и 2-й ряд (белый):** вяжите лицевыми петлями.

**3-й ряд (коричневый):** 1 краевая, \* 2 петли снимите, не провязывая, на правую спицу (нитка за петлями), 2 лицевые \*. Повторите от \* до \* еще четыре раза, 2 петли снимите, не провязывая, 1 краевая.

**4-й ряд (коричневый):** 1 краевая, \* 2 петли снимите, не провязывая (нитка перед петлями), 2 лицевые \*. Повторите от \* до \* еще 4 раза, 2 петли снимите, не провязывая, 1 краевая.

Далее рисунок повторяется с 1-го по 4-й ряд.

**Плотность вязки:** 25 петель в ширину и 44 ряда в высоту равны 10 см.

#### ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

**Спинка.** Наберите 84 петли белой пряжей, провяжи-

те 6 см резинкой  $2 \times 2$ , затем 4 ряда коричневой пряжей платочной вязкой и перейдите на работу по образцу. На 15-м см от конца резинки начните закрывать с обеих сторон на проймы по 3, 3, 2 и 1 петле в каждом втором ряду. На 22-м см от конца резинки снова провяжите 4 ряда платочной вязкой коричневой пряжей. Далее выполняйте кокетку белой пряжей платочной вязкой. На 29-м см

от конца резинки закройте в одном ряду 12 петель для горловины и еще с обеих ее сторон по 3, 2 и 1 петле в каждом втором ряду. Одновременно закрывайте на каждое плечо 3 раза по 7 петель в каждом втором ряду.

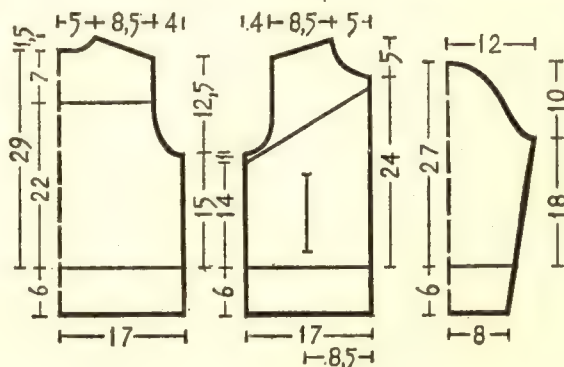
**Правая полочка.** Наберите 42 петли белой пряжей, провяжите 6 см резинкой  $2 \times 2$ , затем 4 ряда коричневой пряжей платочной вязкой и перейдите на работу по образцу.

На 2-м см от конца резинки начните выполнение прорезного вертикального кармана. Для этого провяжите в начале ряда 21 петлю, а остальные петли снимите на запасную спицу. Провязав 10 см, наберите оставшиеся петли, провяжите их 10 см и соедините все 42 петли на одну спицу. Продолжайте работу по образцу, пройму и плечо выполняйте по описанию спинки. С 14-го см от конца резинки начните выполнять по схеме платочной вязкой кокетку коричневой пряжей. Вяжите до тех пор, пока вся кокетка не будет состоять из одних белых петель. На 24-м см от конца резинки начните закрывать для горловины 6 петель в одном ряду и еще по 3, 2 и 1 петле в каждом втором ряду.

**Левую полочку** выполните в зеркальном отражении.

**Рукава.** Наберите 46 петель белой пряжей, провя-

Чертеж выкройки курточки для девочки 3—5 лет.





## ● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

К ночи в зимний городской парк слетаются тысячи и тысячи ворон, галок, грачей. Всю долгую пятнадцатичасовую ночь (какой бы она ни была — морозной или теплой, метельной или звездной) не шевелясь, просидят на голых ветках черные птицы. И почти каждую ночь — от старых ран, от птичьих болезней обрывается чья-то жизнь, и падает мертвая птица на снег, даже не успев раскрыть крылья. На рассвете, когда воронье, словно в паническом бегстве, покидает место ночевки, среди опустевших крон серой тенью проносится ястреб-тетеревятник. Черное пятно на белом снегу — это его добыча. Ощипав на месте еще неостывшего грача или галку и оставив там только россыпь темных перьев, улетает ястреб с тушкой в дальний угол парка. И прежде чем раздадутся на аллеях голоса лыжников, сытый хищник устроится на удобной ветке и в полудреме будет коротать короткий февральский денек. Вот так, не проливая ни капли чужой крови, самый птицелов из птицеловов может прожить всю зиму, собирая птиц, погибших вовсе не по его вине.

Но в ближайшем охотничьем хозяйстве такой же ястреб за ту же зиму может буквально опустошить угоды, переловив по опушкам всех куропаток, а в лесу — неосторожных соек. От его когтей нет спасения белкам, и даже не у каждого зайца есть шанс остаться живым после встречи с сильным хищником. Такой оторвет голову и сове, высмотрев ее на ветках дуба, не сбросившего на зиму листву; будет подкарауливать на перелетах голубей и ворон, летящих к местам кормежки и обратно; не упустит случая схватить занятого работой дятла или выскокшего днем на снег такого мелкого хищника, как белая ласка.

Летом же тетеревятники все как один ловят только птиц ростом от воробья до утки или курицы. Даже в голодные дни ни один ястреб



## ЯСТРЕБ-ТЕТЕРЕВЯТНИК

Кандидат биологических наук Л. СЕМАГО.

не позволит себе опуститься до ловли стрекоз и кузнечиков подобно хищным птицам — чеглоку и канюку. Тетеревятники с детства приучены только к птичьему мясу. Манера нападать на жертву из засады, а не в открытой погоне, предпочтение птиц всякой другой добыче, суровый облик пернатого хищника и его скрытность не могут вызвать к нему симпатии у тех, кто видел или хотя бы понаслышке знает о его «злодеяниях и разбое, коварстве и кро-

вожадности». Но, как оказалось, тетеревятник не более кровожаден, чем благородные соколы, и никогда не убьет, чтобы сделать запас впрок. Это охотник-птицелов, которому, если он сыт, даже смотреть не хочется на самую легкую и самую вкусную добычу.

В течение пяти лет ученые-орнитологи вели наблюдения за птичьим окружением одной и той же пары тетеревятников, гнездившихся все пять сезонов в одном и том же урочище. Самка на-



чинала пасиживать яйца, когда весна едва только пробиралась по широком просекам в глубь леса, когда не заглядывали еще туда самые первые ее спутники, овсянки и зяблики. В развилке высокой примоствольной березы ястребиное гнездо (помост метровой ширины) было видно всем в неодоетом лесу за добрую сотню шагов. Все видели и желтоглазую наседку и ястреба-отца, который приносил ей корм. И они тоже видели всех.

Но, несмотря на такое грозное соседство, с каждым днем апреля в урочище прилетало все больше и больше птиц: от зари до зари звучали песни дроздов, зарянок, долбили дупла дятлы, тянули в сумерках вальдшнепы. А в канун Первомая запева и соловей. Это кипение птичьей жизни на первых порах создавало представление, что ястребы не трогают своих пернатых соседей, что у хищников какое-то особое отношение к тем, кто смело селится рядом. А тем временем самки дроздов, зябликов, мухоловок строили гнезда на соседних с ястребиным гнездом деревьях; откладывали яйца и начинали их насиживать. Но вскоре спокойная птичья жизнь кончилась. Самки были свачены ястребом в собственных гнездах, ошипаны и отданы на съедение его растущим птенцам. Пернатые певцы-отцы даже не ведали, что случилось с их семьями. Не видя своих самок, они постепенно покидали урочище, но на следующую весну оно снова звенело от их же пе-

сен. Вывести птенцов удалось только тем мелким птицам, которые гнездились в дуплах.

Свое гнездо тетеревиатники начинают строить в самом конце зимы, ломая тонкие веточки и укладывая их в развилку толстых сучьев. Через год-два без всякой видимой причины они могут в нескольких метрах от первого построить второе гнездо и вывести в нем птенцов, потом снова возвращаются в старое гнездо и, подправив его свежим материалом, выращивают в нем новое поколение. Когда появляются птенцы, на гнездо каждое утро укладываются зеленые ветки. Постепенно помост становится шире и просторнее. Это родители делают для того, чтобы подрастающие птенцы не выпали из гнезда.

Как показали наблюдения, свободное (второе) гнездо пустует не всегда. За те же пять лет его дважды занимала семья канюков, мирно уживающаяся со своими дальними сородичами — ястребами.

Ястреб-мать, наверное, самая первая из местных птиц, уже в апреле начинает менять старое, поношенное оперение на новое. Лежа на гнезде, она выщипывает мелкие пушинки и пускает их, словно развлекаясь, по ветру. Несколько пушинок обязательно зацепятся за прутья постройки. Именно по этим пушинкам можно безошибочно угадать, что в гнезде наседка, — спугивать ее нельзя. Перья покрупнее, и самые крупные — полет-

ные, редко падают под гнездо, к подножию дерева. Самка выдергивает их, отлетая в сторонку. Ястреб-отец начинает линять чуть позднее и теряет свои перья где попало.

Самка — хранительница и защитница гнезда. Это рослая и сильная птица. (Когда пара вместе, то ястреб рядом с ней кажется птицей-подростком.) Самка неотлучно живет с птенцами. Кормит она их тем, что принесит с охоты самец. Кусочки мяса мать вкладывает в рот каждому, а куски с косточками проглатывает сама. Когда птенцы начинают обрастать пером, она весь день сидит в сторонке, присматривая за ними, но в дела их не вмешивается. Если поблизости серые вороны обнаруживают гнездо ястребов, то мать решительно отвлекает их внимание от своих детей. Для этого она взлетает на вершину березы, чтобы быть повиднее, и вся ярость ворон, увидевших одного из самых заклятых врагов своего рода, обрушивается на нее. Как ни стараются вороны нанести ей удар, она, сидя на месте, так же легко уворачивается от них, как и в полете. В такие минуты нельзя не восхищаться ее отвагой и материнской самоотверженностью перед двумя-тремя десятками беснующихся ворон.

Тетеревиатники — молчуньи даже среди хищников. Самец, принеся добычу, громко подзывает самку, чтобы она взяла ее. Если обитатели гнезда в опасности — тоже слышится за

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕИ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. М. ГЛУШКОВ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зав. иллюстр. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор Б. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда», «Наука и жизнь», 1982.

Сдано в набор 19. 11. 81. Подписано к печати 31. 12. 81. Т 29681. Формат 70×108<sup>1/16</sup>: Высокая печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. корр.-отт. 18,2. Тираж 3 000 000 экз. (2-й завод: 1 850 001—2 100 000 экз.). Изд. № 286. Заказ № 1949.

Набрано и сматрицировано в ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типографии газеты «Правда» имени В. И. Ленина, 125865, ГСП, Москва, А-137, улица «Правды», 24. Отпечатано в ордена Ленина типографии «Красный пролетарий». Москва, Краснопролетарская, 16.



деревьями его гиканье. Но вот когда молодой покидает гнездо, все другие птичьи голоса заглушаются криками ястребиной семьи. Слетков надо кормить, и охранять, и предупреждать, и учить охотиться. Поэтому так рано гнездятся тетеревятники, чтобы успеть обучить молодых ястребов родовым приемам охоты на неопытного и неосмотрительного молодняка других птиц. А им в конце июня — начале июля буквально кишит любой лесок, любая рощица.

На фото: ястреб-тетеревятник.





Тилландсия синяя.

**ЭКЗОТИЧЕСКИЕ БРОМЕЛИЕВЫЕ**  
(См. статью на стр. 122). Фризия великолепная.  
криптантус поперечнополосатый.





Уверенный в своих силах, полный оптимизма советский народ идет по пути, начертанному партией Ленина. Нет сомнения, что определенные XXVI съездом КПСС задачи коммунистического созидания будут успешно решены. Залог тому — нерушимая сплоченность народов СССР, их дружная совместная работа во имя этой великой цели.

Из постановления ЦК КПСС «О 60-й годовщине образования Союза Советских Социалистических Республик».

## В н о м е р е:

В. ГИЗБУРГ, акад. — Десять лет спустя	2	С. ГРОДЗЕНСКИЙ, канд. техн. наук — Выдающийся русский любитель	124
В. БОНДАРЁВ — Флагман отечественного станкостроения	14	М. ФАВОРСКАЯ, докт. геол.-минерал. наук — Лесные перепутья	127
Заметки о советской науке и технике	16, 74	А. СОРОКИН — Год 1981	131
Рефераты	18	О. КУЗНЕЦОВ, проф. — Кружева земной коры	136
В. ПАТОН, акад. — Наука Киева: адреса творческого сотрудничества	20	Математические досуги	139
Ю. ПОВОЖИЙ — Фруктовые порошки	22	Для тех, кто вяжет	140
Л. ВОЗНЕСЕНСКИЙ, Л. МИРОНЕНКО — Рождение отрасли	25	Д. ЧЕХОВСКОЙ — Непокоренный рекорд	142
В. РЫБАКОВ, акад. — «...Кто в Киеве нача первее княжити...»	36	<b>ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ:</b>	
А. КУДРИЦКИЙ, канд. истор. наук — По улицам древнего города	43	В. САМАРЯНОВ — Новоселье (145); Ю. ШАПОШНИКОВ — Мышечный корсет (156); Р. ХОДАНОВА, докт. мед. наук — Чайный бальзам (157)	146
Н. НОВИКОВ, чл.-корр. АН УССР — Рукотворные алмазы	46	Л. ШУГУРОВ, инж. — Мопеды	150
Ф. КИСЕЛЕВСКИЙ, проф. — Робот-сварщик	49	Е. ЛЕВИТАН, канд. пед. наук — Редкое сближение планет	154
О. АНТОНОВ, акад. — Новый воздушный грузовой	52	Г. ГЕЦОВ — Умеете ли вы читать	158
П. ТОЛОЧКО, докт. истор. наук — Демография древнего Киева	54	Ю. ПРОСКУРИН — Парник с биоподогревом	159
Р. СВОРЕНЬ — Электрон стреляет на лету	33	Л. СЕМАГО, канд. биол. наук — Лысуха	
Н. СЕМЕНОВ, акад. — Книга о Солнце	35	<b>НА ОБЛОЖКЕ:</b>	
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации)	58	1-я стр. — Цветная панорама поверхности Венеры; сверху — левая часть панорамы, ниже — правая. Синтезирована из трех цветодетальных изображений (красного, зеленого и синего), переданных 1-го марта 1982 года с борта станции «Венера-13». Предварительная обработка и синтез изображения выполнены Центром дальней космической связи (ЦДКС) и Институтом проблем передачи информации Академии наук (ИПИ АН СССР). На снимке видны элементы конструкции спускаемого аппарата — край посадочного устройства, отстрелянная крышка иллюминатора, цветная испытательная таблица.	
Р. КАГАНОВА — Горизонты Нечерномезья	62	Внизу: алмазные ножи для мелкого измельчения волокнистых материалов, разработанные Институтом сверхтвердых материалов АН УССР. Фото В. Крамаренко. (См. статью на стр. 46.)	
В. ТОКАРЕВ, докт. геол.-минерал. наук — Забытая работа Теофраста	72	2-я стр. — XI пятилетка. Экономика должна быть экономной. Рис. Э. Смолина.	
И. ИВАНОВ — Кувшины Зарафо Рахимовой	76	3-я стр. — Лысуха. Фото И. Константинова и В. Нечаева.	
В. АПАРИН, канд. мед. наук, В. КРЫЛОВ — О пользе хождения босиком	77	4-я стр. — Из собрания картинной галереи Армении. Фото В. Адняна. (См. стр. 116.)	
Психологический практикум	80, 148, 155	<b>НА ВКЛАДКАХ:</b>	
Ю. ФРОЛОВ, В. ВЕСЕЛОВСКИЙ — Фотоблокнот	81	1-я стр. — Производство фруктовых порошков. Новая технология. Рис. Ю. Егорова.	
Сконструировано радиолубителями	82	2—3-я стр. — Киев. Рис. Э. Смолина. (См. статью на стр. 43.)	
Новые книги	84	4-я стр. — Лазер на свободных электронах. Рис. Ю. Чеснокова.	
Зооуголок на дому. Советы	85	5-я стр. — Иллюстрации к статье «Разноцветные волны пустыни». Фото И. Константинова.	
В. ВЕРЕС — Карпатский лесной комплекс	86	6—7-я стр. — Что нам дает лес. Рис. О. Рево. (См. статью на стр. 86.)	
Новые товары	94	8-я стр. — Иллюстрации к статье «Поэт-ученый».	
И. КОНСТАНТИНОВ — Разноцветные волны пустыни	95		
А. АНИКСТ, докт. искусств. — Поэт и ученый	97		
Ответы и решения	103, 141		
А. БРАНДТ — Рыбалка вне воды	104		
Как правильно?	107		
Маленькие хитрости	108		
В. ДЫМОВ — Ферменты против вирусов	109		
В. ПРОЗОРОВСКИЙ, докт. мед. наук — Если болит сердце	114		
Р. ДРАМПЯН — У истоков музея	116		
Кунсткамера	123, 134		

## НАУКА И ЖИЗНЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

№ 4

АПРЕЛЬ

1982

Издается с октября 1934 года

# ДЕСЯТЬ ЛЕТ СПУСТЯ,

## ИЛИ РАССКАЗ О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ, ПРОИСШЕДШИХ В ЭТОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Лауреат Ленинской премии  
академик В. ГИНЗБУРГ.

### МАКРОФИЗИКА

Макрофизика в целом покоится на надежном фундаменте «классической и квантовой механики, классической и квантовой электродинамики, включая сюда и частную (специальную) теорию относительности. Естественно, что поэтому макрофизика развивается медленнее и менее драматично, чем микрофизика и астрономия (включая космологию). К макрофизике здесь отнесена ядерная физика, тесно соприкасающаяся с микрофизикой. С другой стороны, общая теория относительности, по сути дела, относится к макрофизике, но в полную силу работает лишь в космосе и поэтому обсуждается в разделе «Астрофизика». Но даже с учетом успехов ядерной физики и общей теории относительности за прошедшее десятилетие макрофизика по количеству полученных глубоких и важных новых результатов уступает микрофизике. Впрочем, успехи и результаты в науке на весах не взвесишь, многие из них как-то вообще плохо соизмеримы. Лучше поэтому не делить «места», а перейти к конкретным проблемам.

#### 1. УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

Этой проблемой занимаются уже 30 лет. Первоначальный розовый оптимизм довольно скоро сменился нередко даже пессимистическими оценками после того, как выяснилось, сколь капризна горячая плазма, сколь трудно ее удерживать в ловушках (так называют установки, где плазму с температурой в миллионы градусов в «подвешенном» состоянии удерживает магнитное поле). Но постепенно стало ясно,

В январе 1971 года в журнале «Успехи физических наук» в разделе «Физика наших дней» была напечатана статья известного советского физика-теоретика академика В. Л. Гинзбурга, в которой делалась попытка наметить наиболее интересные области физических и астрофизических исследований, оценить их значение и перспективы. Сокращенный вариант этой статьи, рассчитанный на менее подготовленного читателя, напечатал в том же году журнал «Наука и жизнь» (февральский номер), она стала также основой популярной книги «О физике и астрофизике», которая дважды выходила в издательстве «Наука», была переведена на несколько языков и издавалась за рубежом.

Такая судьба обзорной статьи с широким тематическим диапазоном, большой интерес, проявленный к поднятым в ней вопросам, прежде всего, видимо, со стороны студентов, молодых физиков и астрономов, побудили автора десять лет спустя вернуться к своей первой публикации, отметить важные события, происшедшие за это время на широком фронте физики и астрофизики, изменения в оценке значимости тех или иных проблем и появление новых. Именно это сделано в статье, опубликованной недавно в журнале «Успехи физических наук» (том 134, выпуск 3, июль 1981 г.) под тем же, что и первая статья, названием «Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными», но с подзаголовком «Десять лет спустя».

Ниже публикуется реферат этой статьи, сравнительно подробный, но все же значительно меньший по объему, чем сам оригинал. Сокращение сделано в основном за счет исключения некоторых подробностей, существенных главным образом для читателей профессионального физического журнала. Одновременно некоторые разделы статьи, легко понятные физикам, в реферате пришлось расширить, разъяснить, а другие наоборот — упростить, сжать, опуская анализ и доказательства и оставляя лишь

что при тщательном контроле однородности магнитного поля, а также при удалении из водородной плазмы более тяжелых примесей различные магнитные ловушки — токамаки, стеллараторы и некоторые другие — в общем, работают в согласии с ожиданиями. В результате особых сомнений в возможности достичь успеха в системах с магнитным удержанием плазмы сейчас уже нет. Для проверки расчетов и преодоления различных трудностей приходится строить все большие и большие установки, и естественно, это требует больших средств, усилий и времени. В настоящий период токамаки остаются фаворитами [4], но, насколько я могу судить, их превосходство, например, над стеллараторами не доказано. Продолжается и исследование «открытых» магнитных ловушек, носящих жаргонное название «пробкотроны». Вряд ли кто-либо возьмется гарантировать, что открытые системы, в известном отношении самые простые и



наука. вести с переднего края



окончательные выводы. В целом все это, конечно, делает предлагаемую публикацию менее информативной и доказательной, а значит, и менее привлекательной, чем сама статья. Но такова, видимо, участь любого реферата. Утешает лишь то, что читатель в поисках подробностей и разъяснений легко сможет обратиться к реферируемой статье и к ее богатой библиографии. Совсем иной список литературы приводится в конце данного реферата (реферат разделен на три части, в каждой — часть этого списка): в него вошли лишь популярные публикации, в основном появившиеся в журнале «Наука и жизнь». В качестве ссылок на источники, как это принято, в квадратных скобках, указан его порядковый номер в списке литературы. Упомянутая статья В. Л. Гинзбурга, напечатанная в журналах «Успехи физических наук» и «Наука и жизнь» в 1971 году, в этом списке первая [1], а статья 1981 года (с подзаголовком «Десять лет спустя») — вторая [2].

Прежде чем переходить к пересказу и цитированию статьи [2] (цитаты почти нигде кавычками не выделяются, и весь текст реферата представлен как единое целое), одно существенное замечание.

Автор подчеркивает, что статья [2], как и [1], не только не принадлежит к категории, которую физики называют «работами», но и не является обзором литературы, и поэтому не следует предъявлять к ней некоторых требований, уместных в других случаях. Так, например, автор счел возможным не касаться вопросов приоритета и не следует «безличному стилю» изложения, принятому в научной литературе. «Согласно требованиям этого стиля», — замечает В. Л. Гинзбург, — не только нельзя употреблять личные местоимения (я, мне и т. д.), но вообще автор должен скрыться с глаз читателей как можно дальше... Безличный стиль выработался в результате длительного опыта развития науки, и я считаю его совершенно правильным в научных статьях, обзорах, монографиях и учебниках (позволя

себе заметить, что моя личная практика этому не противоречит). Но совсем другое дело публицистические статьи, воспоминания или статьи типа настоящей, которую неизвестно, к какому жанру отнести. Во всяком случае, настоящая статья уже по замыслу является «личной», она посвящена моей, то есть по определению субъективной оценке некоторых тенденций в физике и астрофизике. Мне известны коллеги, считающие уже сам такой подход неуместным или нескромным. Другие не согласятся с многими оценками. Все это их дело и их право. Меньше всего я претендую на какую-то беспопытность суждений, и более того, сам считаю ряд замечаний весьма спорным. Отстаиваю я лишь право иметь свое мнение и не бояться его высказывать.

Этим замечанием можно было бы закончить введение к реферату, но хочется еще заметить, что, несмотря на субъективность формирования предлагаемого списка важных физических и астрофизических проблем, статья [2] и, хочется надеяться, ее реферат вводят читателей, не имеющих прямого отношения к физике, в ее нынешнюю проблематику, и таким образом вполне объективно, хотя и отдельными штрихами, рисуют нынешнюю картину этой важнейшей области естествознания. В этом смысле реферат дополняет статью академика Е. П. Велихова «Физика — наука наступающая», опубликованную недавно в журнале «Наука и жизнь» [3]. Нарисованную картину могут дополнить, разумеется, тоже фрагментарно, публикуемые иллюстрации, которые не имеют жесткой связи с основным текстом, однако связаны с обсуждаемыми проблемами. И еще следует предупредить, что весь спектр научных проблем, затронутых в статьях [1] и [2], разбит на три области: «Макрофизика», «Микрофизика» и «Астрофизика», — причем деление это в известной мере условно. В статье [1] в этих разделах было 17 проблем, выделенных подзаголовками, в статье [2] их 21, а всего идет речь примерно о 25 научных проблемах или направлениях.

удобные, никогда не смогут конкурировать с торондальными установками.

За последнее десятилетие резко возрос интерес к системам инерциального удержания плазмы, в которых должен осуществляться микровзрыв пылинки (капелек) из смеси дейтерия и трития [5]. Первоначальное обжатие пылинки можно в принципе производить светом (лазеры), электронными и ионными пучками. К сожалению, как и в случае магнитных ловушек, для исследования возможностей «инерциального термояда» нужны, вообще говоря, очень крупные установки. В общем, изучение возможностей управления термоядерного синтеза в 70-е годы еще в большей мере, чем ранее, превратилось из физической задачи одновременно в техническую проблему индустриального масштаба. Однако физика все еще лидирует, поскольку идет соревнование различных принципов и методов удержания плазмы.

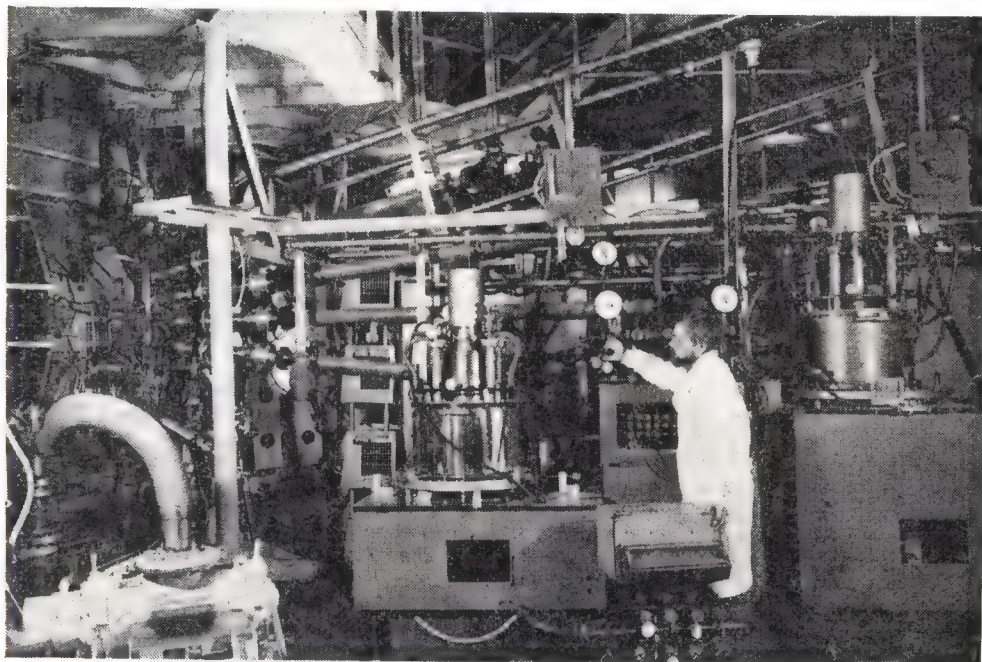
## 2. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

Эта проблема была поставлена, по крайней мере в современной формулировке, в 1964 году. Цель ясна — создать, найти сверхпроводники или какие-то неоднородные сверхпроводящие «элементы», которые оставались бы сверхпроводящими по крайней мере при температуре жидкого азота 77,4 К ( $-196^{\circ}\text{C}$ ), так как жидкий азот получают сравнительно легко и дешево, азотные температуры уже вполне приемлемы для техники [6]. Состояние теории сверхпроводимости, несмотря на ее огромные успехи, еще не такое, чтобы она могла предсказывать, при какой температуре перейдут в сверхпроводящее состояние более или менее сложные соединения, или «сэндвичи», диэлектрик-металл-диэлектрик. Поэтому и рекомендации, которые можно было сде-

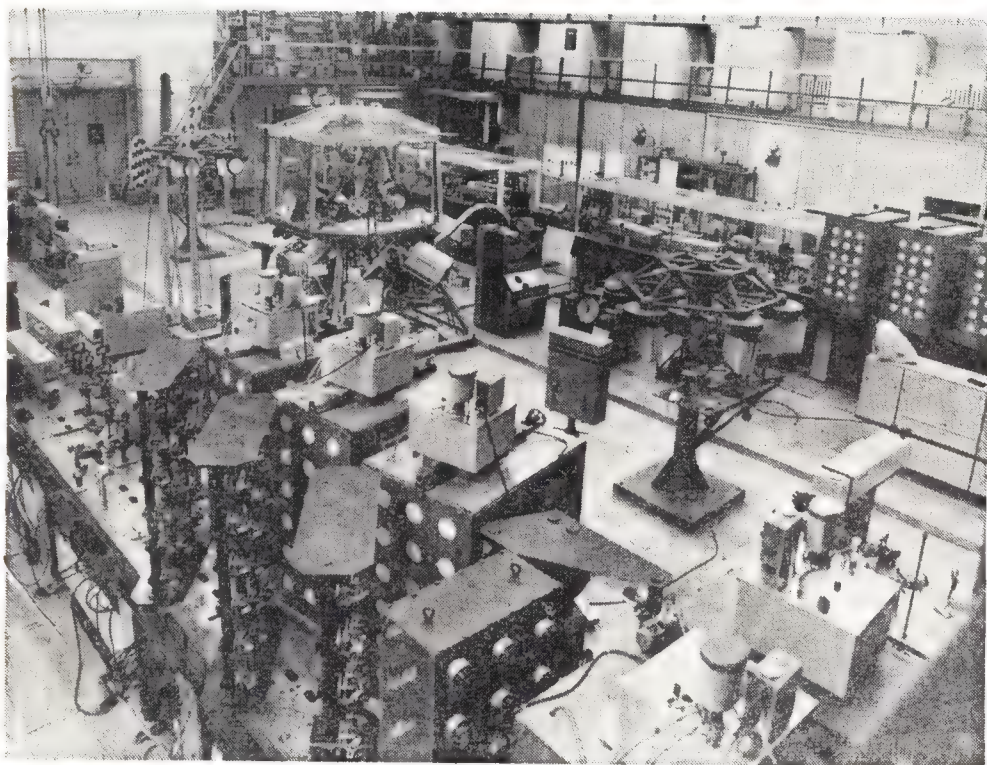


лять в отношении поиска высокотемпературных сверхпроводников, носят качественный и не слишком четкий характер. В какой-то мере под влиянием этих рекомендаций (в какой точно мере — сказать трудно) было синтезировано довольно много квазиодномерных и слоистых (квазидвумерных)

соединений, найдено немало новых сверхпроводников. Пока наивысшей критической температурой, примерно 23,2 К, обладает, как было обнаружено в 1973 г., соединение ниобия с германием  $Nb_3Ge$ . Вместе с тем нельзя не отметить, что поиски новых сверхпроводников привели к таким интересным



1

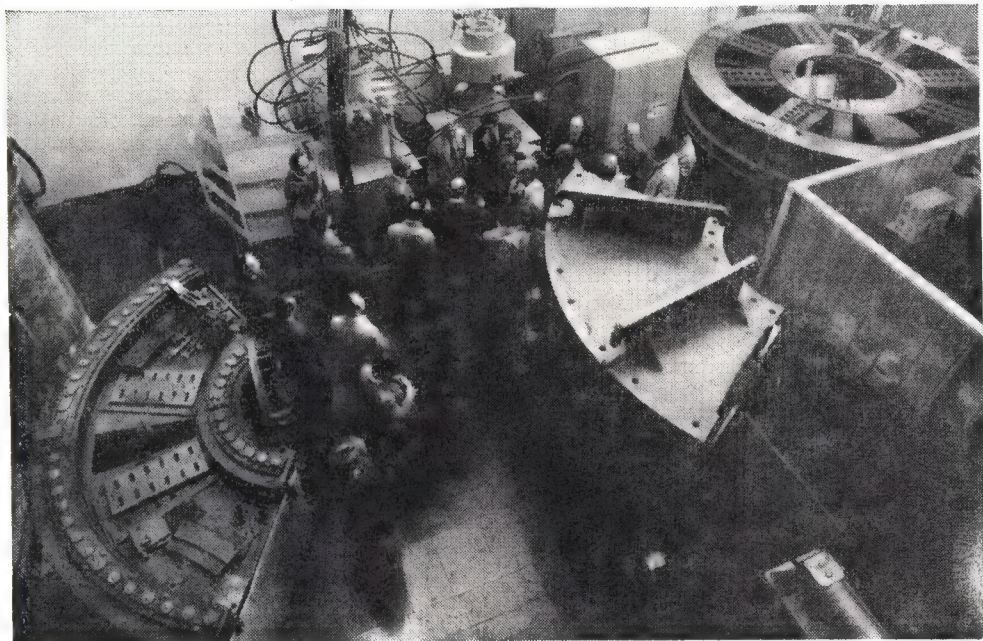


2



результатам, как открытие металлической проводимости (и сверхпроводимости при 0,3 К) в полимерном нитриде серы, не содержащем, очевидно, атомов металлов. В 1980 г. была открыта сверхпроводимость органического кристалла дитетраметилтетрафенилафульвален - гексафлюороарсфат —

(ТМТ Г)<sub>2</sub>РГ<sub>6</sub>, который, правда, обладает сверхпроводимостью лишь при 1 К и только под давлением в несколько килобар. Тем не менее речь идет, по-видимому, о новом классе металлов и сверхпроводников, не говоря уже о том, что для некоторых органических соединений имеются основания



## ФИЗИКА НА МАРШЕ

Фотоинформация из лабораторий

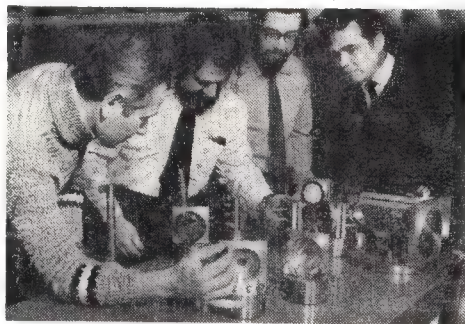
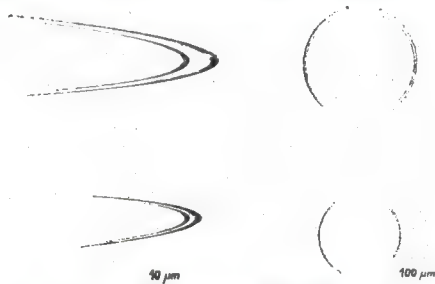
1. В Институте атомной энергии имени И. В. Курчатова ведутся эксперименты по нагреву термоядерной плазмы высокочастотным радиоизлучением, оно по волноводам вводится прямо в вакуумную камеру токамака. В экспериментах используются созданные в нашей стране мощные высокочастотные генераторы — гиротроны.

2. Ученые ФИАН, Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР прошли большой путь от первых теоретических обоснований возможности лазерного «термояда» и первых поисковых экспериментов до мощнейшей установки «Дельфин», где 216 мощных лазерных лучей, постепенно складываясь, сжимают миниатюрную мишень — пластмассовый шарик диаметром в десятки доли миллиметра, наполненный смесью дейтерия и трития.

3. Во время проходившей недавно в Москве 10-й Европейской конференции по управляемому синтезу и физике плазмы зарубежные ученые с интересом осматривали установки, на которых ведутся термоядерные исследования в Институте атомной энергии.

4. Особые методы фотографирования в рентгеновских лучах позволяют в деталях рассмотреть стенки микроскопической мишени для лазерного «термояда» и даже «растянуть» тот ее участок, который особо интересуют исследователи.

5. В термоядерных исследованиях важная роль отводится определению параметров и состояния плазмы. На снимке: советские и венгерские физики налаживают лазерный интерферометр для диагностики плазмы в токамаках.





ожидать довольно высокие критических температур. Следует упомянуть здесь и опыты, приведшие к заключению о сверхпроводимости (при 26—31 К) серы под высоким давлением и при определенной обработке ее давлением.

Теоретический анализ не дает оснований отрицать возможность существования равновесных (или, быть может, метастабильных) материалов в области 300 К, то есть, как часто говорят, при комнатной температуре. Вместе с тем ясно, что для получения сверхпроводимости даже при азотной температуре должны выполняться довольно жесткие условия и гарантии успеха дать нельзя. Но, конечно, нужно пробовать, искать, проверять «на сверхпроводимость» все новые вещества, «сэндвичи» и т. д.

Возможно, что успехи на таком пути уже имеются. В 1978 г. появились сообщения о том, что в Московском университете обнаружен сверхдиамагнетизм в соответствующем образцом приготовленном и находящемся под давлением в несколько килобар хлориде меди ( $\text{CuCl}$ ), причем эффект («сверхдиамагнетизм») наблюдался при температурах, достигающих 150—200 К. Затем о подобных же наблюдениях сообщила группа американских физиков. Напомним, что в толщу идеального сверхпроводника достаточно слабое магнитное поле не проникает — это свойство называют эффектом Мейснера. Так что по характеру их взаимодействия с магнитным полем сверхпроводники являются сверхдиамагнетиками. Но обратное утверждение, быть может, и несправедливо, то есть сверхдиамагнетизм не должен обязательно сопровождаться сверхпроводимостью — отсутствием сопротивления при протекании электрического тока.

Является ли наблюдавшийся эффект подлинно новым или речь идет о какой-то экспериментальной ошибке либо имитации настоящего сверхдиамагнетизма, еще, к сожалению, недостаточно ясно. Если сверхдиамагнетизм в  $\text{CuCl}$  действительно наблюдается, то он мог бы оказаться следствием появления высокотемпературной сверхпроводящей фазы, возникновение которой возможно в принципе при переходе в сверхпроводящее состояние некоторых полупроводников или полуметаллов. Другая возможность — образование «сэндвичей» из  $\text{Cu}$  и  $\text{CuCl}$  или появление истинно поверхностной сверхпроводимости.

Возможность существования веществ неизвестного еще типа, которые обладают сверхдиамагнетизмом, но отличны от обычных сверхпроводников, недостаточно еще ясна даже в теоретическом отношении, не говоря уже об эксперименте. Как справедливо отмечалось в литературе, трудность выяснения поведения  $\text{CuCl}$  не является чем-то исключительным. Подобные затруднения появлялись, например, в случае ряда полупроводников, когда речь шла о материалах с плохо контролируемыми свойствами. Роль здесь могут играть и примеси и различные дефекты решетки или остаточные напряжения. Поэтому совсем не исключено, что в  $\text{CuCl}$  наблюдается именно высокотемпературная сверхпроводимость. К тому

же в 1980 г. сильный диамагнитный эффект при температуре жидкого азота наблюдался в кристаллах  $\text{CdS}$ , обработанных методом «закалки давлением» — давление около 40 кбар снижалось со скоростью, большей  $10^6$  бар/с. Несомненно, результат для  $\text{CdS}$  повышает интерес как к  $\text{CuCl}$ , так и вообще к какому-то пока еще совершенно таинственному механизму высокотемпературного сверхдиамагнетизма.

Поиски высокотемпературных сверхпроводников в отличие от исследований в области управляемого термоядерного синтеза не требуют создания гигантских установок. Поэтому успех может прийти в небольшой лаборатории и оказаться совершенно неожиданным для других физиков. Более того, быть может, такой успех уже достигнут в случае  $\text{CuCl}$  и  $\text{CdS}$ . Если это действительно так, то перспективы получения и изучения высокотемпературных сверхпроводников можно считать самыми радужными.

### 3. НОВЫЕ ВЕЩЕСТВА (ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ВОДОРОДА И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ)

Создание новых веществ относят обычно к области материаловедения или химии. Но положение меняется, когда речь заходит о веществах вроде металлического водорода. Это уже, бесспорно, физическая задача, причем неизвестно, как ее решить.

Нет сомнений в том, что металлическая фаза водорода существует при давлениях, превосходящих 2 Мбар. Вероятно, металлический водород будет сверхпроводником, причем высокотемпературным — скорее всего с критической температурой 100—200 К. Некоторые указания на получение металлического водорода в литературе уже появились, но в целом вопрос не ясен. Конкретно нет полной уверенности в том, что металлическая фаза водорода действительно наблюдалась, и, главное, ее свойства (в частности в отношении сверхпроводимости) остаются еще заведомо неизвестными. Главная трудность связана с необходимостью создать давление больше 2—3 Мбар. С помощью ударных волн такое давление легко достижимо, но при этом происходит нагрев сжимаемого вещества, не говоря уже о трудностях измерений ряда параметров металла за очень короткое время. Нужное давление в малых объемах (между миннатурными наковальнями) можно создать и простыми прессами, но для этой цели нет подходящих материалов — даже алмаз при таких давлениях начинает «течь». Видимо, здесь нужен какой-то новый подход. Так или иначе, но до того времени, когда будет получен «кусочек» металлического водорода, по-видимому, еще далеко.

В качестве другого примера экзотического вещества в статье [1] упоминалась аномальная (сверхплотная, или полимерная) вода, вопрос о существовании которой широко тогда дебатировался [7]. Было отмечено, что вопрос нужно считать открытым, хотя остается не так много надежд на существо-

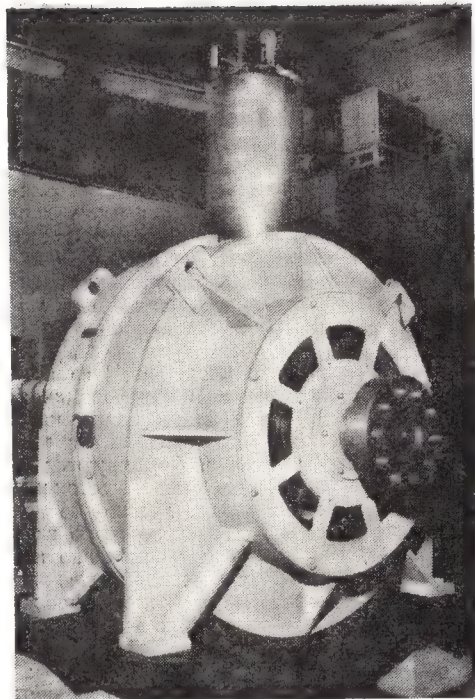


вание чистой полимерной (сверхплотной) воды. Прошло сравнительно немного времени, и вопрос об аномальной воде был «закрыт»: оказалось, что исследовавшаяся жидкость представляла собой обыкновенную воду, содержащую ряд примесей.

Вся эта история «открытия» и «закрытия» напоминает нам, сколь важна многосторонняя проверка экспериментальных данных, особенно когда на их основании делаются далеко идущие выводы. Авторы соответствующих работ вправе их публиковать, ибо они при этом рискуют больше всех. Кроме того, что объективно еще более важно, публикация позволяет быстрее провести проверку в других лабораториях. Поэтому не следует строго осуждать (как это иногда делается) авторов, опубликовавших неверную работу, если, конечно, они искренне заблуждались и экспериментировали в целом на должном уровне. Но вот чего никто не вправе требовать, так это признания «открытий» до их подтверждения в нескольких местах. В разумных пределах авторы имеют право на ошибку, но все окружающие имеют не меньшее право на сомнения.

#### 4. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ЭКСИТОННАЯ (ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНАЯ) ЖИДКОСТЬ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Придется начать с напомнимания: если в полупроводнике имеются электроны и «дырки» (подвижные носители тока с положительным зарядом), то они при достаточно низкой температуре могут соединяться в экситоны — водородоподобные атомы, кото-

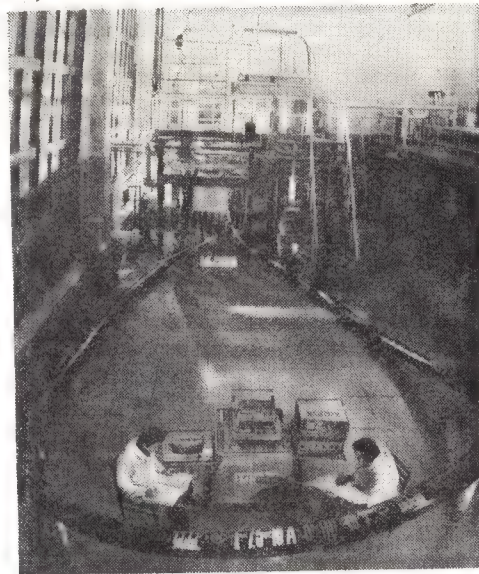


6

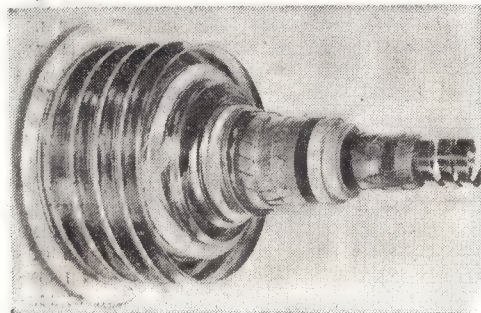
6. Физики и инженеры создают электротехнические установки, где выгодно применение сверхпроводимости, добытой даже столь дорогой ценой, как охлаждение проводников жидким гелием (температура около  $-269^{\circ}\text{C}$ ). В частности, по сверхпроводящим, то есть не имеющим электрического сопротивления, катушкам электромагнитов можно пропускать огромные токи, получая таким образом чрезвычайно сильные магнитные поля, а вместе с ними принципиально новые возможности создания таких, например, установок, как большие ускорители или токамаки. В показанном на снимке опытный двигатель постоянного тока мощностью 200 киловатт (он создан учеными и инженерами электротехнической промышленности) сверхпроводящие обмотки позволили получить достаточно сильное магнитное поле без применения железа и таким образом резко уменьшить инерцию ротора. Это чрезвычайно важно, в частности для двигателей протатного стана, которые должны быстро менять направление и скорость вращения.

7. В Институте кабельной промышленности создан и исследуется сверхпроводящий кабель. В ряде случаев его применение оказывается технически и экономически целесообразным.

8. Сами сверхпроводниковые жилы кабеля находятся в оболочке, заполненной жидким гелием. Чтобы уменьшить потери холода в гелиевом контуре, его помещают во вторую охлаждающую оболочку, заполненную сравнительно дешевым жидким азотом (температура около  $-196^{\circ}\text{C}$ ).



7



8



рые, по предсказаниям теории, при достаточно большой концентрации должны вести себя как жидкость внутри полупроводника. При этом высокая плотность упаковки атомов, достигаемая, в частности, в металлическом водороде при гигантских давлениях, для системы экситонов наблюдается при сравнительно низкой концентрации электронов и «дырок». А это, в частности, позволяет имитировать области сверхвысоких давлений и исследовать иные труднодоступные процессы, не говоря уже о том, что в наше время, как никогда ранее, фундаментальные исследования полупроводников могут получить интересное прикладное развитие.

Задача, выделенная в статье [1] из всех других проблем физики полупроводников, сейчас в основном решена — создана и во многом исследована металлическая экситонная жидкость, из которой формируются в твердом полупроводнике самые настоящие подвижные капли. Правда, далеко не все еще сделано (но так бывает почти во всех случаях), и уже возникли существенно новые задачи. Тем не менее сегодня уже вряд ли было бы обоснованно упомянуть проблему металлической экситонной жидкости в качестве единственной представительницы физики полупроводников и почти всей физики твердого тела. Тем более что за прошедшее десятилетие в этой области резко выдвинулись и сейчас вызывают большой интерес и другие объекты — широким фронтом исследуются, например, фазовые переходы металл — диэлектрик, неупорядоченные полупроводники, так называемые спинные стекла и квантовые кристаллы, а также слоистые и нитевидные соединения (материалы).

## 5. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ВТОРОГО РОДА (КРИТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ). НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ

Со школьных лет понятие «фазовый переход» связано у нас с превращением (переходом) воды (жидкости) в лед (твердое тело) или пар (газ). К этому, возможно, позднее добавились сведения о других скачкообразных изменениях состояния атомно-молекулярных систем, наиболее известные, скажем, для металлов, сплавов, газовых смесей, кристаллических структур, а также так называемые фазовые переходы второго рода, при которых внутренняя энергия и плотность вещества неизменны, а скачком меняются, например, теплоемкость, сжимаемость, магнитные свойства, происходит переход в сверхпроводящее состояние и др.

Фазовые переходы — это, собственно, не одна проблема, а нечто более широкое. Правда, поскольку у всех фазовых переходов есть общие черты, можно выделить и общую теорию фазовых переходов.

Создание теории фазовых переходов второго рода и критических явлений, которая позволила бы описать хотя бы в принципе все реальные переходы, превратилось в одну из самых фундаментальных проблем физики конденсированных сред. Задача оказа-

лась при этом очень трудной. Однако еще в 60-е годы удалось заметно продвинуться вперед, и эти успехи были закреплены в истекшем десятилетии. Введение так называемых критических индексов (они характеризуют вещество при приближении к температуре фазового перехода), развитие довольно мощных методов их приближенного вычисления в сочетании с многочисленными более точными измерениями различных величин вблизи точек перехода — все это продвинуло теорию фазовых переходов далеко вперед. Но насколько эту теорию можно в настоящее время считать завершенной в своей основе? Безусловно, от теории можно требовать, чтобы она давала возможность единым образом рассматривать все термодинамические и кинетические процессы и явления в области вблизи точки перехода, допуская при этом, чтобы коэффициенты в соответствующих уравнениях в определенных пределах подбирались на основе экспериментальных данных. Если подойти к теории фазовых переходов с такими несколько ограниченными требованиями, то даже в этом случае нужно признать ее еще далеко не завершенной. Не говоря уже о том, что она обычно ограничивается однородными средами, между тем как интерес представляют также многочисленные задачи, в которых имеются гранулы или дефекты, присутствуют неоднородные внешние поля и т. д. Наконец, существует ряд задач (течение в жидких кристаллах и в жидком гелии, распространения звука, релаксации ряда величин и др.), которые нужно решать вблизи самой точки фазового перехода и, более того, приобретающих особый интерес именно вблизи этой точки, и здесь незавершенность теории видна вполне четко.

Что касается отдельных конкретных фазовых переходов или даже переходов в целом классе веществ, то истекшее десятилетие принесло много нового. Можно вспомнить о «несоразмерных» фазах в сегнетоэлектриках и магнетиках, о фазовых переходах в жидких кристаллах, в квантовых кристаллах, в квазиодномерных и квазидвумерных веществах, о фазовых переходах на поверхности, переходах в жидком  $^3\text{He}$  (гелий-3; легкий изотоп гелия) и в атомарном водороде. Каждому из этих вопросов можно было бы посвятить отдельный рассказ, что в рамках данного обзора невозможно. Поэтому ограничимся несколькими замечаниями о жидком гелии-3.

Возможность того, что в жидком  $^3\text{He}$  могут (подобно тому, как это имеет место в сверхпроводниках) образовываться «пары» из двух атомов, обладающие спином, равным 0 или 1 (спин одного атома  $^3\text{He}$  равен  $1/2$ ), обсуждалась уже довольно давно. Образование пар с целым спином и их последующая конденсация должны приводить к сверхтекучести, аналогичной сверхпроводимости (как известно, сверхпроводимость можно считать сверхтекучестью заряженной электронной жидкости в металлах или протонной жидкости в нейтронных звездах). Однако надежно теоретически оценить температуру перехода в сверхтекучее состояние в свое время не удалось, и экспериментальные ре-



зультаты оказались в значительной мере неожиданными. Так, в 1972 и 1973 годах выяснилось, что в жидком гелии-3 (правда, под давлением, достигающим 34 атм.) происходит даже не один, а два фазовых перехода соответственно при температурах около 0,002 К и 0,0026 К. Затем было установлено, что речь идет о переходе в сверхтекучее состояние, отличающиеся друг от друга полным моментом количества движения пар. Притяжение, приводящее к образованию пар, является, по-видимому, в основном обменным (силы такого же типа приводят к ферромагнетизму). Исследования сверхтекучести и других эффектов в жидком  $^3\text{He}$  (кстати сказать, этот изотоп является весьма редким — его распространенность в природе на несколько порядков меньше распространенности изотопа  $^4\text{He}$ ), проведенные за последние годы, поражают своей тонкостью и размахом. Речь ведь идет о работе в области температур, отстоящих на тысячные доли градуса от абсолютного нуля, и очень сложном физическом объекте — сверхтекучем  $^3\text{He}$ .

В области физики конденсированных сред успехи в изучении жидкого  $^3\text{He}$  являются, пожалуй, самыми впечатляющими за последние десять лет. А проблема фазовых переходов в целом, несомненно, остается одним из магистральных направлений в физике.

## 6. ФИЗИКА ПОВЕРХНОСТИ

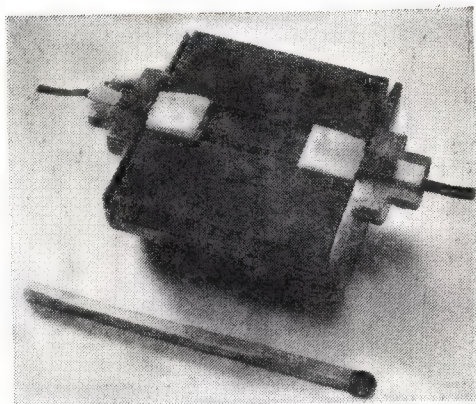
Физика поверхности и различных процессов и явлений на поверхности привлекает внимание и развивается не одно десятилетие. Уже из весьма общих соображений яс-

9. Созданный фиановскими физиками сверхпроводящий резонансный элемент сантиметрового диапазона радиоволн, добротность которого (коэффициент, характеризующий, в частности, остроту резонансной кривой), может достигать 300 000—500 000, в то время как без использования сверхпроводимости она в подобных элементах обычно составляет 200—300.

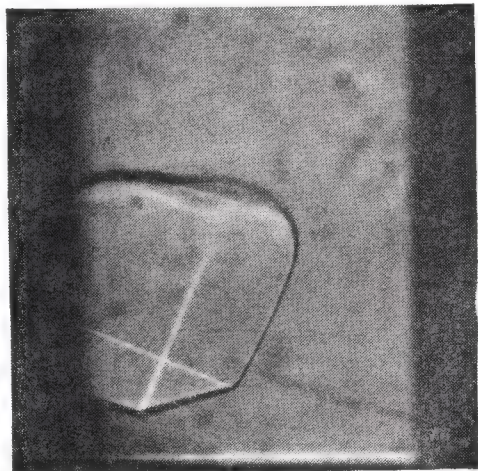
10. В Институте физических проблем исследуются квантовые кристаллы — особый класс твердых тел, в которых при температуре, близкой к абсолютному нулю, ярко проявляется квантовая природа вещества. На снимке кристалл гелия-4, выращенный в сверхтекучем жидком гелии при температуре 0,5 К. На верхней округленной грани видна кристаллизационная волна — макроскопический квантовый эффект, обусловленный периодически чередующимися плавлением и кристаллизацией.

11. Инжекционный полупроводниковый лазер на гетероструктуре (кристалл, выращенный из разных химических элементов), созданный фиановскими физиками совместно со специалистами электронной промышленности, излучает в инфракрасном диапазоне и позволяет в заметных пределах менять излучаемую частоту.

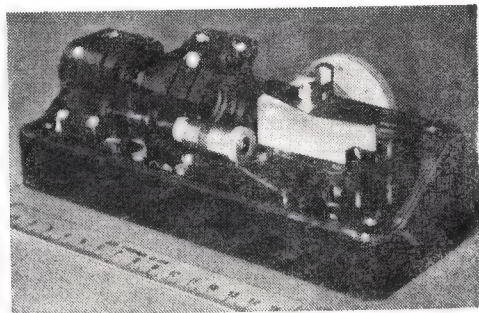
12. На этом снимке тоже лазер, пока еще в виде экспериментальной лабораторной установки, обросшей соединительными проводами, трубопроводами и множеством контрольных и измерительных приборов. Отличительная особенность лазера — химическая накачка: запас энергии для последующего излучения световых квантов молекулы получают в процессе химических реакций.



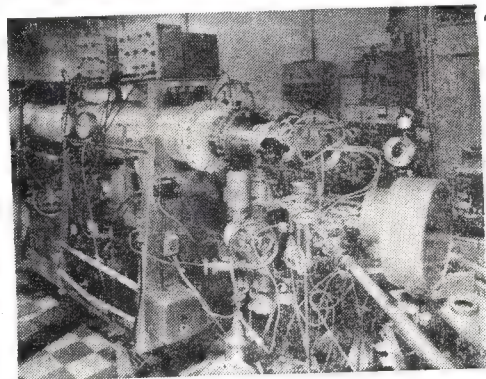
9



10



11



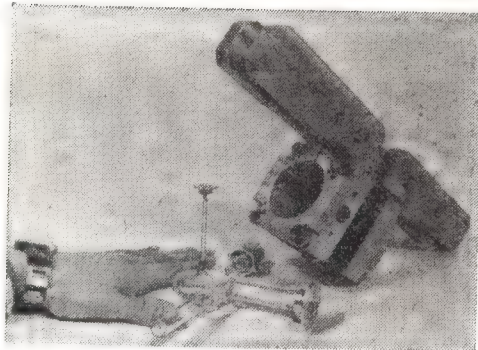
12

9

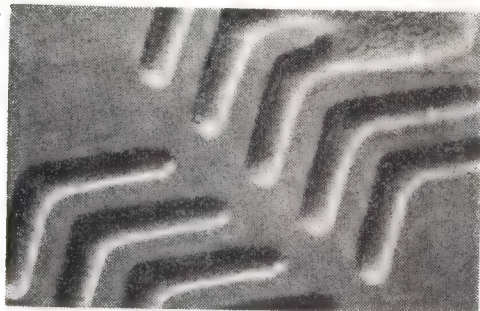
8



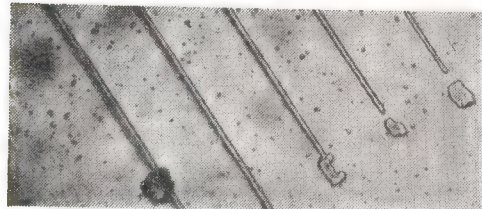
13



14



15



13. Работа синхротронного ускорителя электронов, или коротко — синхротрона, сопровождается сильным излучением электромагнитных волн в рентгеновском диапазоне. По имени ускорителя такое излучение называли синхротронным. Это излучение, которое раньше считалось чем-то вроде отходов производства, в последние годы находит широкое практическое применение, например, для дефектоскопии или рентгеноструктурных исследований кристаллов. Создаются даже специальные ускорители. Создать же специальные электроны нужно лишь для того, чтобы получить синхротронное излучение. Один из таких ускорителей показан на снимке — это миниатюрный «Троль», разработанный во Всесоюзном институте оптико-физических измерений. Электроны здесь ускоряются до энергии 50 МэВ, радиус их круговой орбиты в ускорительной камере всего 1,6 см. Ускоритель столь малых габаритов удалось сконструировать благодаря применению сильных импульсных безжелезных электромагнитов, их масса в 1000 раз меньше, чем у магнитов традиционного ускорителя на такую же энергию электронов.

14, 15. Один из основных технологических приемов при изготовлении интегральных схем — фотолитография, формирование на кремниевых пластинах деталей микросхемы (обычно размером не менее нескольких микрон). Естественное желание уменьшить размеры этих деталей ограничено, в частности, дифракцией световых лучей, и обойти это препятствие можно, используя более коротковолновое рентгеновское излучение. Физики ФИАН, используя синхротронное излучение, получили методом рентгенолитографии на поверхности полупроводника детали шириной 1 мкм (снимок 14) и 0,3 мкм (снимок 15).

10

но, что атомы и электроны на поверхности и вблизи нее находятся в других условиях, чем в объеме, и поэтому имеются основания думать, что на поверхности возможно существование новых фаз, различных переходов между этими фазами, новых типов и ветвей возбуждения и т. п. [3]. Например, на поверхности (относим сюда и тонкий приповерхностный слой) кристаллическая решетка может иметь другую структуру и (или) параметры, а поверхностный слой может существовать магнитное упорядочение, отсутствующее при данной температуре в объеме, и т. д. Известна и возможность распространения различных поверхностных волн — акустических волн, поляритонов, магнонов. Сюда же тесно примыкают свойства тонких пленок и слоев, в частности мономолекулярных, а также вопрос о поведении на поверхности отдельных атомов, молекул, дефектов и неоднородностей.

Тем не менее десять лет назад в статье [1] раздела «Физика поверхности» не было; в настоящее же время особое упоминание и подчеркивание роли физики поверхности представляется совершенно необходимым — в последние годы то, что казалось только возможным, становится реальным благодаря прогрессу экспериментальной техники. Уже получено очень много результатов, особого упоминания заслуживают исследования инверсионных слоев на границе Si и SiO<sub>2</sub>; свойства электронов на поверхности жидкого гелия; изучение поверхностных поляритонов и реконструкции ряда кристаллических поверхностей, когда изменяется параметр решетки. Например, на поверхности кремния получают параметр решетки в 7 раз больше, чем в объеме.

Впечатляющими как по масштабам, так и по значению являются исследования фазовых переходов в двумерных и квазидвумерных системах (тонкие пленки на поверхности и физически слабо связанные тонкие пленки) — здесь открывается совершенно иная, своеобразная физика.

## 7. ПОВЕДЕНИЕ ВЕЩЕСТВА В СВЕРХСИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ. ИЗУЧЕНИЕ ОЧЕНЬ БОЛЬШИХ МОЛЕКУЛ. ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ

Эти проблемы мало связаны между собой, все они отсутствовали в статье [1], и их объединение в одном разделе объясняется лишь нежеланием автора сколько-нибудь подробно останавливаться на каждой. Вместе с тем просто опустить эти вопросы, как это сделано со многими другими, не хотелось бы.

Сверхсильные магнитные поля — это поля, в которых строение атомов, молекул или образующихся из них конденсированных веществ во многом определяется не кулоновскими силами, а магнитным полем. Вопрос о поведении вещества в сверхсильных магнитных полях до открытия пульсаров (1967 г.) оставался в достаточной мере абстрактным. Но теперь мы знаем, что на по-

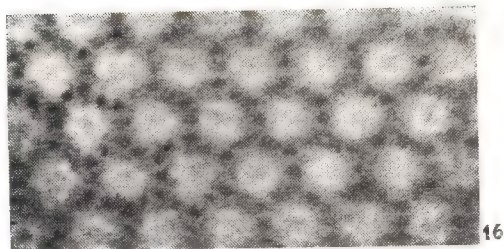


верхности намагниченных нейтронных звезд — пульсаров — напряженность магнитного поля достигает  $10^{12}$ – $10^{13}$  Э (это в тысячи миллиардов раз больше, чем поле Земли) и характерные электрические силы в атомах поверхностного слоя звезды намного меньше действующих на них магнитных сил [8]. Весьма вероятно, в этом слое доминирует совсем непривычный нам материал — по-видимому, вытянутые по полю молекулы железа  $Fe_2$ , образующие некоторую полимерную структуру с большой энергией связи. Последнее существенно для всей электродинамики пульсаров, так как определяет возможности вырывания электронов и ионов с поверхности.

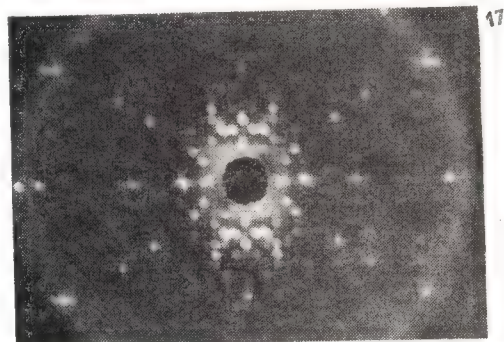
Существуют ситуации, в которых действие магнитного поля сильнее влияния кулоновских сил при доступной на Земле напряженности магнитного поля. Так, энергия связи водородоподобных экситонов в полупроводниках примерно в тысячу раз меньше, чем для атома водорода, и «экситонное вещество» можно исследовать в сильных и даже сверхсильных полях уже в лаборатории.

Биологические вопросы, несмотря на их исключительную важность, здесь, как и в статье [1], совершенно не затрагиваются. В качестве оправдания, если оно нужно, достаточно сослаться на известный совет не пытаться объять необъятное. Упоминание об имеющихся в основном биологическое значение гигантских молекулах (белки, нуклеиновые кислоты), которое здесь все же имеется, связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, они занимают какое-то промежуточное место между «обычными» молекулами и конденсированной средой или каплями и нитями из конденсированной среды. С известными оговорками в таких условиях могут быть применимы понятия о фазовых переходах, упорядочении, зонах проводимости и т. д. Во-вторых, насколько можно судить, еще имеется большое отставание (по сравнению с некоторыми другими областями физики) в отношении разработки эффективных методов анализа строения гигантских молекул, в частности в условиях, когда их очень мало и они находятся в растворе или смеси с другими молекулами. Потенциальная важность соответствующих исследований столь велика, что физики не должны об этом забывать.

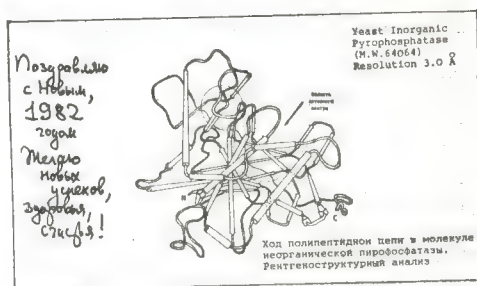
Жидкие кристаллы — объект давно известный. Но помнится время, когда на них физики смотрели скорее как на некоторый курьез: вот ведь что бывает — одновременно кристалл и жидкость. Наличие большого числа более простых объектов для исследования, отсутствие технических применений — все это способствовало тому, что изучение жидких кристаллов находилось в тени. Сейчас положение совсем иное. Жидкие кристаллы широко используются в технике, велика их роль в биологии, и, наконец, жидкие кристаллы разных типов и фазовые переходы в них оказались интересными в плане различных исследований в области физики конденсированных сред. Внимание к жидким кристаллам не ослабевает [9].



16



17



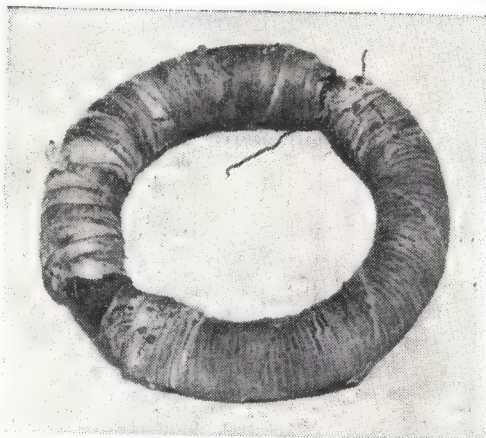
18

16. Огромный вклад внесла и продолжает вносить физика в создание приборов и методов биологических исследований. Достаточно вспомнить микроскоп, электронный микроскоп, методику меченых атомов, многообразие спектрометров, в частности спектрометры ядерного магнитного резонанса, позволяющие выявлять тончайшие особенности строения органических молекул. В последнее десятилетие широко используется еще один метод изучения сложных биологических молекул — рентгеноструктурный анализ, освоенный много лет назад в кристаллографии. Работа здесь начинается с того, что из исследуемых белковых молекул выращивают кристалл.

17. Затем кристалл с разных направлений освещают рентгеновскими лучами, фиксируя дифракционную картину, в частности, блики (рефлексы), яркость и расположение которых отображают конструкцию кристалла и образующих его молекул.

18. Сложная математическая обработка позволяет по дифракционным картинам в мельчайших подробностях, как говорится, до атомов, восстановить структуру молекул, образующих кристалл, в частности структуру довольно больших белковых молекул. Сегодня в лабораториях мира рентгеноструктурными методами исследованы сотни белков. В нашей стране работы по рентгеноструктурному анализу белков начинались в Институте кристаллографии, ученые института считают эти исследования настолько своим делом, что структуру очередной расшифрованной ими биологической молекулы изобразили на новогодней поздравительной открытке.

11



## 8. РАЗЕРЫ, ГАЗЕРЫ И ЛАЗЕРЫ НОВЫХ ТИПОВ

Развитие лазерной техники, а также применение лазеров (включая сюда нелинейную оптику) — это большая физическая и техническая проблема, но здесь хотелось бы коснуться лишь принципиально новых типов лазеров и лазеров, мощность которых на несколько порядков превосходит достигнутую (весьма вероятно, что для получения таких мощностей нужны и новые пути или принципы). Из такого отбора, кстати, видна условность любого списка «особенно важных и интересных» проблем. В каждой практически области физики и астрофизики скачок на несколько порядков, а иногда даже на порядок уже составляет «особенно важную» проблему, хотя и далеко не всегда реальную. Примером (разумеется, одним из многих) может служить физика высоких давлений. Давления вплоть примерно до 1 Мбар, в общем, освоены, но, как уже упоминалось, намного дальше в статическом режиме пойти не удастся из-за принципиальных трудностей. Переход к статическим давлениям до 10 Мбар в неслишком малых объемах и при наличии контроля явился бы принципиальным шагом вперед. Но такой проблемы нет в нашем списке (по крайней мере ее нет в явном виде), поскольку реальная физическая проблема не может сводиться к одним пожеланиям и разговорам.

В последние годы много пишут о новом виде квантовых генераторов — лазерах на свободных электронах. Речь идет о развитии довольно старой идеи генерации электромагнитных волн пучком релятивистских электронов, которые проходят через ондулятор, в простейшем варианте через систему магнитов — они создают вдоль пучка переменное поле, и оно колеблет электроны в пучке. Усмотреть в системах такого типа аналогию с лазером нелегко, и термин «лазер на свободных электронах» представляется малоудачным. Но дело, конечно, не в названии. Вполне возможно, что «лазер на свободных электронах» окажется практически интересным в области микрорадио-

19. 20. Эти две фотографии напоминают, что фундаментальные физические исследования, выявление и изучение основных законов природы, могут вносить огромный вклад в материальный и культурный прогресс общества. На левом снимке — тороидальный железный сердечник с медными обмотками, один из приборов, с помощью которого всего сто пятьдесят лет назад великий Фарадей открыл и исследовал явление электромагнитной индукции — наведение в проводнике электродвижущей силы под действием меняющегося магнитного поля. Именно открытие электромагнитной индукции позволило в итоге создать мощные генераторы электрической энергии, сделало электричество доступным и дешевым энергоносителем. Снимок справа иллюстрирует масштабы использования открытия полтора века спустя. Вы видите одну из многих сотен действующих в стране гигантских фабрик электричества — Саяно-Шушенскую ГЭС. Мощность станции — 6,4 миллиона ватт, этого хватит на то, чтобы осветить дома и улицы нескольких десятков городов с миллионным населением.

волн и в оптике. Что же касается перехода в рентгеновскую область спектра, то здесь эффективность подобной системы с использованием плотных релятивистских электронных пучков остается еще совершенно проблематичной.

Нужно заметить, что задача создания очень мощных источников рентгеновских лучей, в общем, решена в результате использования синхротронов, где суммируется некогерентное излучение большого числа отдельных электронов. Аналог лазера в рентгеновской области — устройство, которое дает когерентное излучение, — можно назвать разером, а в случае гамма-лучей можно использовать термин «газер» [10]. Здесь нужно, видимо, напомнить, что слово «лазер» составлено из первых букв английской фразы «light amplification by stimulated emission of radiation» — «усиление света с помощью индуцированного испускания радиации». Поэтому говорить о «рентгеновском лазере» и «гамма-лазере», конечно, непоследовательно. Между тем термины «разер» и «газер» возникают в результате замены в слове «лазер» буквы «l» (л) на «g» (р — рентген) или «g» (г — гамма).

В системах с электронным пучком когерентность «работает» лишь в достаточно плотных пучках и при ряде других условий, трудно осуществимых в рентгеновском диапазоне. Предлагалось создать разеры на атомных переходах, а газеры — на переходах в атомных ядрах, но в этой области каких-то существенных достижений, судя по всему, не было. Пути, еще ранее освещенные в литературе, представляются, мягко говоря, очень сложными (к их числу можно отнести, например, использование атомных взрывов).

Не все, о чем мечтают, становится реальностью и, тем более, оказывается практически интересным. Вполне возможно поэтому, что разеры и газеры никогда не будут построены или, во всяком случае, не найдут широкого применения. Но кто знает... Какая-либо неожиданная идея, как это не раз бывало в истории физики, способна, в принципе, радикально изменить ситуацию.





20

## 9. СВЕРХТЯЖЕЛЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (ДАЛЕКИЕ ТРАНСУРАНЫ), «ЭКЗОТИЧЕСКИЕ» ЯДРА

В статье [1] ядерная физика не только была включена в отдел «Макрофизика», но и представлена только лишь одной проблемой (сверхтяжелые элементы). Спорно было и то и другое, и сейчас ясно видно, что «особенно важных» вопросов в области ядерной физики, во всяком случае, больше.

Проблема поиска сверхтяжелых элементов не претерпела резких изменений, нелегкое и небыстрое продвижение в области лабораторного синтеза трансуранов достигло уже 107-го элемента [11]. Правда, в 1976 г. в одном из самых авторитетных физических журналов (Physical Review Letter) появилось сообщение о том, что обнаружены весьма стабильные элементы с порядковым номером в Менделеевской таблице (то есть с зарядом ядра, с числом протонов в нем) 116 и 126, а также другие. Однако эта работа оказалась ошибочной. От ошибок застрахованы только те, кто не работает, и о том, что такие ошибки не следует драматизировать, уже говорилось выше. В конце 1980 г. появилось сообщение о возможном наблюдении трека ядра с зарядом (числом протонов) более 110, трек обнаружен в кристалле оливины метеоритного происхождения, первоисточник новой сверхтяжелой частицы — космические лучи. Разумеется, этот результат нуждается в подтверждении — нахождении и других таких треков, а также дополнительном доказательстве утверждения, что речь идет именно о столь тяжелом ядре элемента.

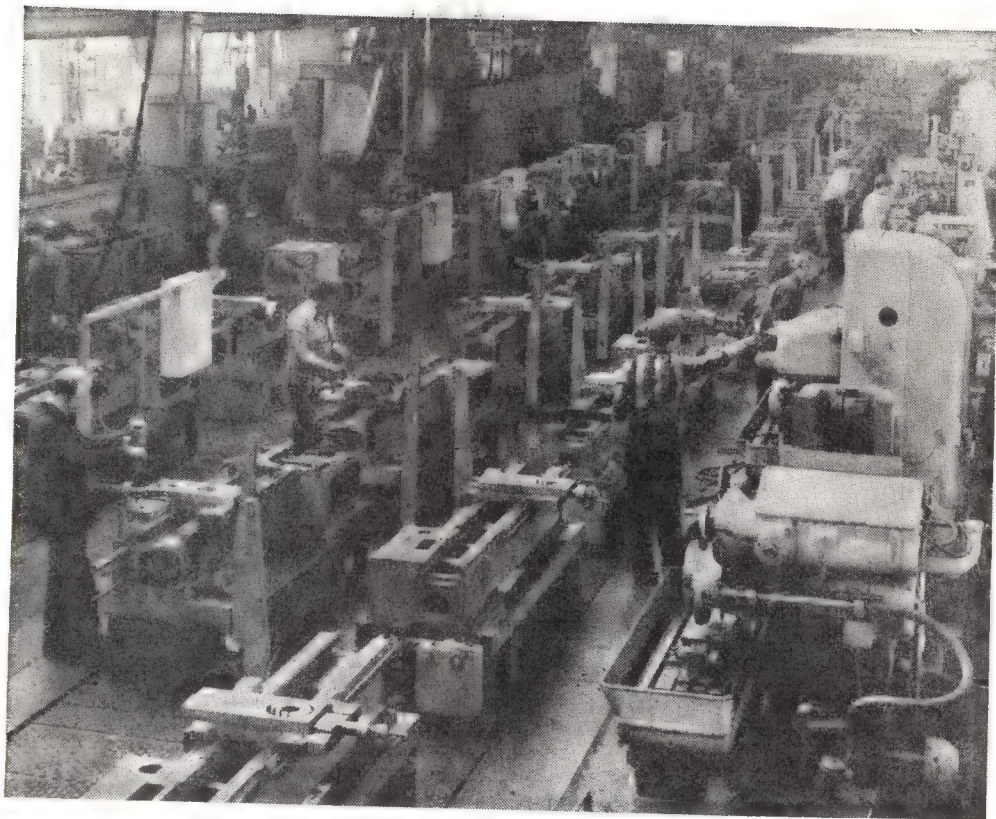
Что касается различных других вопросов из области ядерной физики, то нужно отметить, что изучение ядра в ряде случаев проливает свет на характер взаимодействия

между нуклонами и между нуклонами и лептонами. Много внимания уделяется ядерной материи, существующей в первую очередь в нейтронных звездах. Очень интересна обсуждающаяся в литературе возможность существования ядерного вещества и атомных ядер с плотностью, превосходящей обычную в два раза и более. В известных ядрах, по-видимому, но обсуждаются перспективы наблюдения ее «предвестников» в некоторых ядрах. Много внимания уделяется в последние годы соударениям тяжелых ядер, движущихся с околосветовой скоростью. В целом же нет сомнений в том, что изучение атомного ядра по-прежнему связано с рядом принципиальных проблем макрофизики, но также и микрофизики.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. В. Гинзбург. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными. УФН, том 103, выпуск 1, январь 1971 г.; адаптированный вариант «Наука и жизнь» № 2, 1971 г.
2. В. Гинзбург. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (десять лет спустя). УФН, том 134, выпуск 3, июль 1981 г.
3. Е. Велихов. Физика — наука наступающая. «Наука и жизнь» № 11, 1981 г.
4. Б. Кадомцев. Пути и термоядерной энергетике. «Наука и жизнь» № 1, 1975 г.
5. Р. Сворень. Лазерный луч надежды. «Наука и жизнь» № 7, 1979 г.
6. И. Щеголев. В поисках высокотемпературной сверхпроводимости. «Наука и жизнь» № 2, 1975 г.
7. День физики. «Наука и жизнь» № 8, 1968 г.
8. В. Тускинский. Рекордсмены магнитного мира. «Наука и жизнь» № 8, 1978 г.
9. А. Сонин. Кентавры в рабочей упряжке. «Наука и жизнь» № 2, 1978 г.
10. Р. Сворень. Планируется прорыв. «Наука и жизнь» № 1, 1975 г.
11. Ю. Побожий. Сто седьмой. «Наука и жизнь» № 4, 1977 г.





## ФЛАГМАН ОТЕЧЕСТВЕННОГО

Недавно научно-техническая общественность Советского Союза отметила 125-летие одного из старейших предприятий нашей страны — Московского орденов Ленина, Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени станкостроительного завода «Красный пролетарий» имени А. И. Ефремова, основанного в 1857 году.

До революции завод изготовлял разнообразную машиностроительную продукцию, среди которой значительное место занимали станки. Именно этот завод и стал одним из первых предприятий отечественного станкостроения.

В 1922 году по предложению рабочих завод получил название «Красный пролетарий».

В первой пятилетке, на заре индустриализации страны, партия поставила задачу догнать и перегнать капиталистическую технику. Решая ее, завод «Красный пролетарий» уже к 1 мая 1932 года изготовил опытную партию токарных станков высокого технического уровня. По инициативе коллектива завода новой модели станка была присвоена символическая марка ДИП (начальные буквы слов «догнать и перегнать»).

Создание станка ДИП явилось важной вехой в техническом развитии не только завода, но и всего нашего станкостроения.

Для решения задач индустриализации страны, становления и развития многих новых для нашего народного хозяйства отраслей машиностроения нужен был прежде всего мощный парк металлорежущих станков. Создать его в короткие сроки можно было лишь при условии их серийного поточного производства.







Надежда Федорова постигает нелегкое искусство золотшвейки.



Золотые стежки соединяются в единый рисунок.



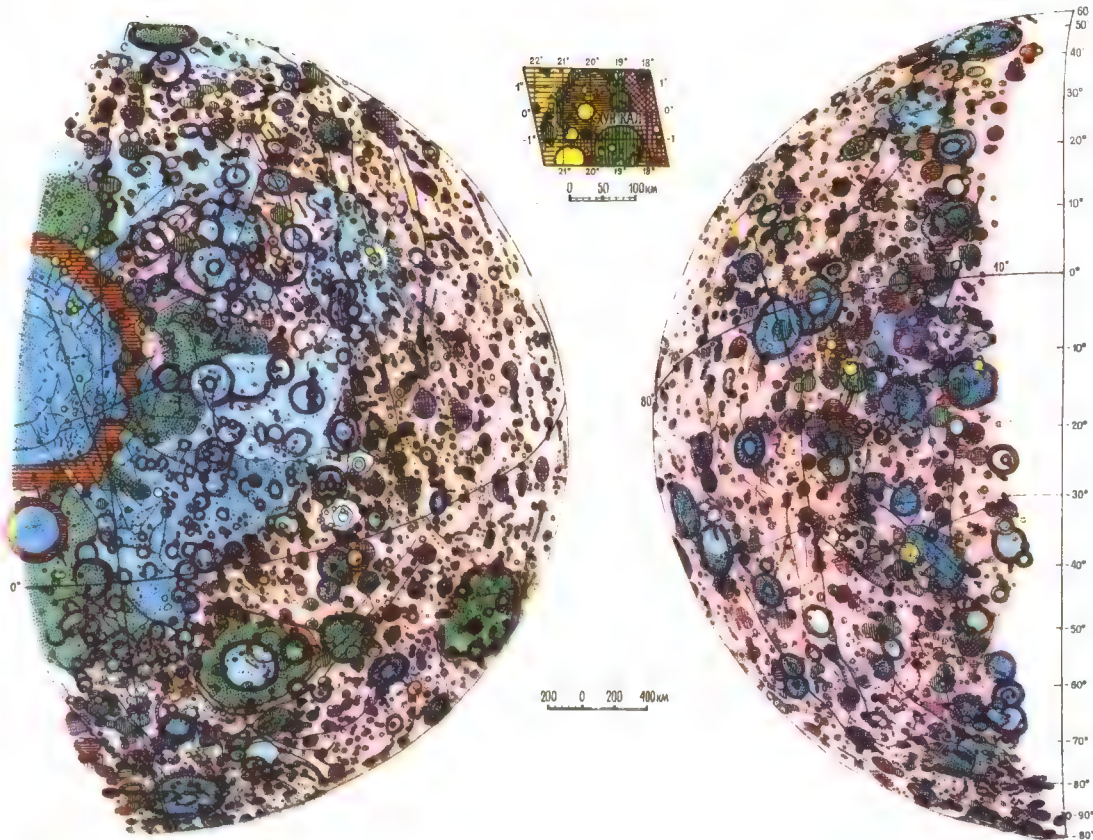
К этим вещам прикасались руки золотшвеек.

# ГЕОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ

## КАРТА МЕРКУРИЯ

(см. статью на стр. 46).

Составил  
Г. Каттерфельд.



ЭРА

ПЕРИОД

Новейший

Newest

Кейперовский

Kuiperian

Антониадиев

Antoniadian

Лигурийский

Ligurian

Калорисский

Calorian

Нептунский

Neptunian

Трисметийский

Trismetian

Небуллитевый

Nebulitian

Древнейший

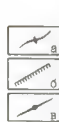
Ancient

ЭПОХА

РАЗНЫЕ НАРУШЕНИЯ



разломы: а - I порядка (протяженность - сотни и тысячи километров),  
б - II порядка (протяженность - десятки и сотни километров);  
в - разлом, выраженный цепочками кратеров;  
г - разлом в надгробии



ЛИНЕАМЕНТЫ  
а - трещины (трещины в Море Шари относятся либо к последнему этапу морского лигурийского периода, либо имеют ранний послеморской - антониадиев - возраст);  
б - тектонические уступы;  
в - долины



ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ФОРМЫ  
а - русла лавовых потоков (рилы);  
б - фронт лавового потока;  
в - вулканические куполы

МОРСКАЯ

Послеморская

МОРСКАЯ

Послеморская

МОРСКАЯ

Послеморская

МОРСКАЯ

Послеморская

МОРСКАЯ

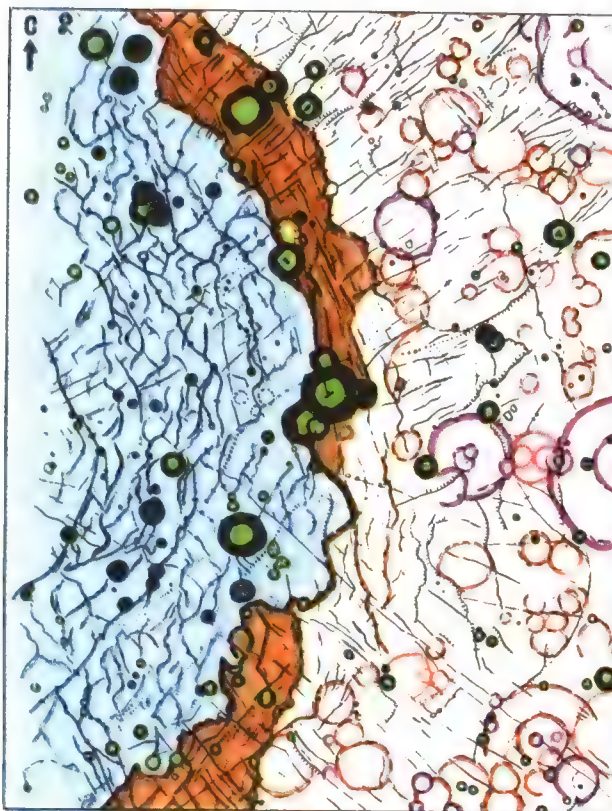
Послеморская

МОРСКАЯ

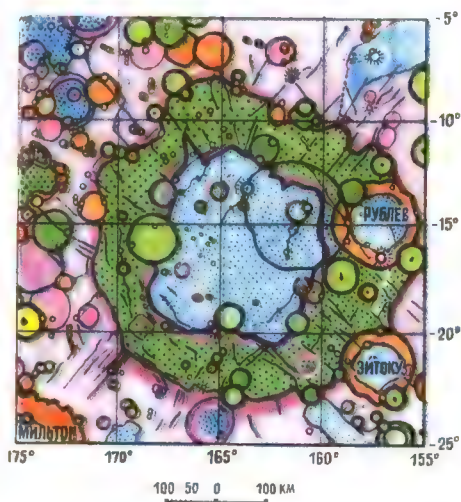
Послеморская



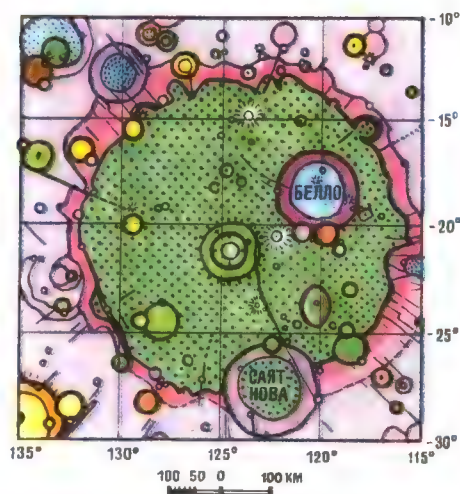
Структурно - морфологическая карта Моря Жары и его восточного обрамления: 1 — линеаменты, радиальные или концентрические и гребню бассейна; 2 — гребни; 3 — уступы; 4 — гребень и внешний уступ Калорисской Кордильеры; 5 — трещины шириною не менее 3,5 км; 6 — поздние послеморские кратеры; 7 — ранние послеморские кратеры; 8 — поздние доморские кратеры; 9 — ранние доморские кратеры; 10 — провальные воронки.



Геолого-морфологическая карта Моря Юпитера на Меркурии.



Геолого-морфологическая карта Моря Марса на Меркурии. В центре Моря Марса находится крупнейший вулкан Меркурия — Мауна Лоа. Диаметр его основания равен 110 км, диаметр вершинной кальдеры — 60 км.

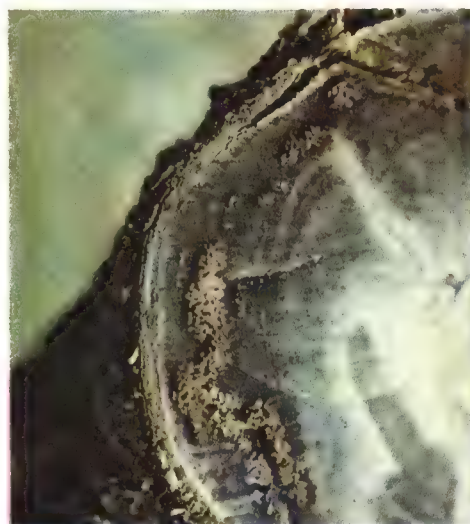




1 2



3 4



5 6





Поколение русских моряков XVIII века во главе с прославленными флотоводцами Ф. М. Апраксиным, Г. А. Спиридовым, Ф. Ф. Ушаковым воспитывалось на петровском «Морском уставе» (1720 г.).

«Всю мысль уклонил для строения флота» — так писал Петр в предисловии к «Доброхотному читателю». В книге рассказывалось о зарождении русского флота, о том, «как в Измайлове, на льняном дворе» молодой Петр нашел ботик, о его поездках на Переславское («яко наибольшее»), а затем на Кубенское озеро, и как после этого «положил (он) свое намерение прямо видеть море».

В книге был обобщен опыт строительства кораблей во время Северной войны.

Созданию Устава предшествовала длительная работа по собиранию материалов. В указе Петра I о введении Устава говорилось: «...того ради сей Морской устав учили, дабы всякий знал свою должность и неведением никто не отговаривался... Еще еже все через собственный наш труд учено и совершено в Санкт-Петербурге, 1720 году генваря в 13 день».

В коллекции библиотеки сохранилось несколько экземпляров Морского устава, один из них, сигнальный, дошедший до нас в единственном экземпляре, правил Петр. Устав неполный, сохранилось всего 15 первых листов, но по ним можно судить, как работал Петр над первоначальным текстом. Добавления сделаны к заголовкам разделов (пунктов), которые должны быть понятны каждому моряку: капитану, лекарю, боцману, мичману, «матрозу», «доброму плотнику», юнге.

В то же время появляется литература воспитательного и правоучительного характера. В широко известной книге «Юности честное зерцало» излагались правила поведения и хорошего тона, в другой популярной тогда книге — «Приклады, како пишутся комплименты разные» — рассказывалось о том, как надо писать письма, приведены образцы текстов.

Еще в начале века Петр начал устраивать собрания — ассамблеи, на которые велел приглашать «всех знатных людей, жен и дочерей». Ассамблеи не только нанесли удар по косности быта русского дворянства, они ликвидировали прежнее затворничество женщин из боярской среды.

В одной из комнат ставились столы для шахмат и шашек, готовились табак, трубки и лучины. В другой же комнате, где обедали и ужинали, потом бывали танцы. Летом ассамблеи давались самим Петром в Летнем саду. Нововведение прививалось плохо, многие уклонялись от него под разными предлогами. И вот в 1718 году Петр издал указ об ассамблеях: знатым лицам высшего дворянского звания предписывалось устраивать открытые собрания для знакомых и незнакомых с угощением и танцами. Там же говорилось, что ассамблеи служат «не только для забавы, но и для дела,



что тут можно друг друга видеть и о всякой нужде переговорить».

У нас хранится подлинный рукописный указ Петра I и корректурные экземпляры, по которым можно проследить, как готовился к изданию указ. Сначала предполагалось, что ассамблеи будут проводиться у избранных людей, список которых был приложен в конце первого варианта. В этом списке царь пометил себя под именем вице-адмирала. Однако в дальнейшем Петр I решил иначе — ассамблеи можно проводить в частных дворянских домах. Петр внес изменения в заголовок, сделав его кратким и запоминающимся. Указ отличался демократичностью, и в этом отношении важен пункт, где сказано, что на собраниях могут присутствовать не только дворяне, но и «знатные купцы, начальные мастерские люди, знатные приказные». Здесь же на полях была пометка — «тоже разумеется о женском полу, их жен и детей».

Я занимаюсь изучением Типографской библиотеки Московского печатного двора много лет. Бесспорно, это уникальное собрание: в нем есть и древние греческие и латинские рукописи, первые печатные книги нашей страны и других стран. Этому собранию более 400 лет. И вполне вероятно, что в него вошла часть библиотеки Ивана Грозного, который принимал активное участие в организации печатного дела в России.

# ОТЛИЧИМА ЛИ ИСТИНА ОТ ЛЖИ?

Академик А. МИГДАЛ.

Недавно я слышал рассказ талантливой актрисы о человеке, который в присутствии многих зрителей подвешивал в пространстве ее сапог «силой духа», заявляя, что этой силы у него 9000 единиц, тогда как мировой рекорд составляет только 7000.

Ежедневно на головы не сведущих в естественных науках людей обрушивается поток непроверенных фактов и слухов — верить в сверхъестественное стало модой и таким признаком утонченности. Надеюсь, что эта статья поможет научиться — хотя бы отчасти — отличать разумное от неразумного, ловкий трюк от научной истины, чудо мнимое от подлинного чуда гармонии Вселенной.

Постараемся ответить на несколько вопросов:

Из чего складывается научный метод познания?

Как рождаются заблуждения? Каковы те малые ошибки в рассуждениях, которые приводят к антинаучным заключениям?

И, наконец, как отличить научную истину от заблуждения?

## ЧЕРТЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Обсудим особенности научного метода познания, который зародился в начале XVII века, с трудом освободился от догматических предрассудков и продолжает развиваться вместе с наукой.

Задачи науки лежат на границе между известным и неожиданным. Отсюда одна из главных ее черт — открытость новому, способность пересмотреть привычные представления и, если надо, отказаться от них.

Сомнение доставляет мне не меньшее наслаждение, чем знание.

Данте.

Науку образуют факты, соотношения между ними и толкование этих соотношений. Факты и соотношения надо чтить, как Уголовный кодекс. Хорошо установленные факты неизменны, соотношения только уточняются с развитием науки. Но толкования фактов и соотношений, то есть представления, основанные на сознательно упрощенной картине явления, нельзя абсолютизировать. Представления, или модели, развиваются и видоизменяются с каждым открытием.

## ● РАЗДУМЬЯ УЧЕНОГО

В нобелевской речи Альбер Камю сказал, что искусство шагает по узкой тропинке меж двух бездн: с одной стороны — пустота, с другой — тенденциозность. В науке такие бездны — верхоглядство и догматизм, две грани лженауки. Верхоглядцы строят свои концепции, не считаясь с фактами и соотношениями, основываясь на непроверенных догадках. Догматики абсолютизируют представления сегодняшнего дня. Что опаснее — трудно сказать.

Очень часто ученые, неспособные отказать от установившихся представлений, широко образованны в науке и даже делают хорошие работы, хотя и не выходящие за рамки общепринятого. Покуда они ограничиваются такой деятельностью, они приносят пользу. Вред начинается, когда они пытаются делать прогнозы и влияют на выбор направления поисков.

К счастью, у науки есть свойство самоочищения — обратная связь, обеспечивающая устойчивость. После нескольких неудач и догматики и верхоглядцы перестают влиять на развитие науки.

Двадцатый век явил удивительные примеры отказа от привычных представлений в физике: теория относительности возникла в результате пересмотра интуитивного понятия одновременности, существовавшего сотни лет. Классическая механика исходит из предположения, что явления можно описывать, задавая координаты и скорости частиц. Квантовая механика требует отказа от этого предположения.

Но не свидетельствует ли такой отказ о несостоятельности всей предшествующей науки?

...Чтобы не нарушить, не расстроить,  
чтобы не разрушить, а построить...

В. Высоцкий. «Песенка Алисы».

Существует заблуждение, будто ценность научного открытия измеряется тем, насколько оно ниспровергает существующую науку.

Значительность научной революции в ее созидательных, а не разрушительных возможностях, в том, какой толчок она дает развитию науки, какие новые области открывает.

Очень часто при этом основные представления предшествующей науки остаются неизменными. Бескровный переворот произошел в астрофизике после появления радиоастрономии; в теоретической



физике — с открытием «графиков Фейнмана» — способа получать соотношения между физическими величинами с помощью рисунков, которые расшифровываются в конце работы.

Физика элементарных частиц категорически изменилась за последнее время без смены основных принципов физического описания.

Но даже коренная научная революция не отменяет, а только пересматривает, переосмысливает прежние соотношения и устанавливает границы их применимости. В науке существует «принцип соответствия» — новая теория должна переходить в старую в тех условиях, при которых старая была установлена.

Стабильность науки — важнейшее ее свойство, иначе приходилось бы начинать все заново после каждого открытия.

Физики отказались от представления о тепле как о жидкости — теплороде, — перетекающей от нагретого тела к холодному, после того как была установлена эквивалентность механической и тепловой энергии («механический эквивалент тепла»). Но законы теплопроводности, установленные во времена теплорода, не изменились.

В начале XX века атомистическая теория вещества стала доказанной и общепризнанной истиной, но все соотношения «макроскопических» наук — термодинамики, гидродинамики, теории упругости — остались без изменений. Эти науки продолжали предсказывать новые явления, выяснились лишь границы их применимости.

Тогда же, в начале века, произошел переворот в наших взглядах на пространство, время и тяготение, но «наука малых скоростей» сохранилась не только в смысле «принципа соответствия» — она продолжала развиваться, и практически вся современная техника — ЭВМ, телевидение, радио, космические полеты, современная химия и биология — обходится ньютоновскими представлениями о пространстве и времени.

Хороший пример переплетения старых и новых представлений дает история эфира.

В XIX веке его наделяли сложнейшими противоречивыми свойствами для объяснения законов распространения света в пустоте и в движущихся телах. Теория относительности разрешила все противоречия эфира. Более того, исчезла необходимость в самом понятии эфира. Однако позже выяснилось, что пустота — «бывший эфир» — носитель не только электромагнитных волн; в ней происходят непрерывные колебания электромагнитного поля («нулевые колебания»), рождаются и исчезают электроны и позитроны, протоны и антипротоны и вообще все элементарные частицы. Если сталкиваются, скажем, два протона, эти мерцающие («виртуальные») частицы могут сделаться реальными — из «пустоты» рождается снап частиц.

Пустота оказалась очень сложным физическим объектом. По существу, физики вернулись к понятию «эфир», но уже без

противоречий. Старое понятие не было взято из архива — оно возникло заново в процессе развития науки. Новый эфир называют «вакуумом», или «физической пустотой».

История эфира на этом не закончилась.

Теория относительности строится на предположении, что в нашем мире не существует выделенной системы координат и поэтому не существует абсолютной скорости, мы наблюдаем только относительные движения. Но выделенная система координат появилась в нашей Вселенной с открытием реликтового излучения — это система, в которой кванты реликтового излучения распределены по скоростям сферически симметрично (как частицы газа в неподвижном ящике)\*. В «новом эфире» есть абсолютная скорость, тем не менее следствия теории относительности сохраняются с колоссальной точностью в согласии с «принципом соответствия».

История эфира продолжается.

Применение квантовой механики к теории тяготения привело к важнейшему результату — кроме нулевых колебаний элементарных частиц, о которых мы только что говорили, в вакууме существуют нулевые колебания поля тяготения. Но, как следует из теории тяготения Эйнштейна, изменение гравитационного поля приводит к изменению геометрических свойств пространства. Отношение длины окружности к радиусу колеблется около значения  $2\pi$ , соответствующего евклидовой геометрии. Для больших радиусов эти колебания практически ненаблюдаемы, но чем меньше масштаб расстояний, тем больше амплитуда «дрожаний» геометрии вакуума.

В последнее время физики-теоретики пытаются выяснить взаимное влияние этих колебаний геометрических свойств и нулевых колебаний элементарных частиц. Эйнштейн надеялся объединить тяготение и электродинамику, а такая теория пошла бы гораздо дальше — она означала бы «великое объединение» всех известных физических взаимодействий.

Романтика и поэзия науки не в разрушении старого, а в переплетении и проникновении друг в друга новых и прежних идей. В науке, как и в искусстве, новое не отменяет красоты старого, а дополняет ее.

Итак, наука оберегает свои завоевания. Но как устанавливаются научные истины? Один из важнейших методов — проверка теоретических предсказаний опытом.

**Штатские люди любят судить о предметах военных и даже фельдмаршальских, а люди с инженерным образованием судят больше о философии и политической экономии.**

Ф. М. Достоевский, «Дневник писателя».

\* Реликтовое излучение — это электромагнитные волны, возникшие примерно 10 миллиардов лет назад, когда Вселенная была горячей. Исследуя реликтовое излучение, можно увидеть Вселенную, какой она была на ранних стадиях развития.

«Эксперимент есть эксперимент, даже если его поставили журналисты» — было сказано в одном из наших журналов по поводу встречи редакции с экстрасенсом, с «медиумом», как сказали бы сто лет назад. Я не встретил ни одного экспериментатора, который не захотел бы, услышав эту фразу. Самое тонкое и сложное — постановка недвусмысленного эксперимента, и здесь необходим строжайший профессионализм.

Чтобы установить истину, нужно поставить **научный** эксперимент, то есть проведенный специалистами, дающий повторяемые результаты и подтвержденный независимыми опытами других исследователей. Это в равной мере относится ко всем опытным наукам — к физике, химии, астрономии, биологии, психологии... В астрономии вместо слова «эксперимент» (словарь определяет его так: проба, опыт, проверка гипотез) принято употреблять слово «наблюдение», подчеркивающее невозможность изменить ход событий по желанию экспериментатора, но суть остается — астрономический эксперимент состоит в том, что место, время и способ наблюдения отбираются так, чтобы получить ответ на поставленный вопрос. Впрочем, в наши дни с помощью спутников стали возможны астрономические эксперименты и в обычном смысле слова.

Даже в математике при поисках доказательства делают правдоподобные предположения, которые предстоит проверить, то есть ставится эксперимент.

В опытных науках процесс «доказательства» никогда не кончается, поскольку постоянно расширяются границы, в которых проверяется правильность предположения.

Вот пример астрономического эксперимента. Согласно классической ньютоновской механике, планеты должны двигаться по эллипсам, причем оси эллипса неподвижны в пространстве. Это было проверено многочисленными наблюдениями траектории Меркурия. Было доказано, что предсказание теории Ньютона выполняется с колоссальной точностью: орбита Меркурия вращается крайне медленно — один оборот за три миллиона лет. Одновременно с блестящим подтверждением предсказаний классической механики возник и новый парадокс — надо было объяснить это малое, но принципиально важное отклонение от ньютоновской теории. Объяснение появилось только после создания теории тяготения (общей теории относительности), которая позволила вычислить угловую скорость вращения орбиты, выразив ее через постоянную тяготения, массу Солнца и скорость света. Это один из удивительных примеров красоты науки — теория связала воедино такие разнородные явления, как тяготение и распространение света.

Даже в физике, химии и астрономии не всегда удается повторить условия эксперимента. Как быть с биологией или психологией, где объекты отличаются друг от друга? Можно ли и там требовать повторяемости и воспроизводимости резуль-

татов? Да, можно и нужно — без этого нет науки! Разумеется, здесь гораздо труднее поставить недвусмысленный эксперимент, но зато не требуется той неслыханной точности, которая необходима была, чтобы обнаружить астрономические отклонения от классической механики. В этих науках, по крайней мере на их современной стадии, ставятся гораздо более грубые или даже качественные вопросы.

Биологические объекты, конечно, не столь одинаковы, как молекулы, но общность биологических соотношений поразительна! Эта общность, сходство соотношений позволяют установить закономерности и являются основой науки. Законы генетики были открыты Менделем на горохе и Морганом на дрозофиле, а оказались применимыми ко множеству биологических объектов.

Даже разброс свойств может быть объектом научного, то есть повторяемого, эксперимента. Можно изучать статистические характеристики объектов, измеряя вероятность появления того или иного признака.

Нужно сказать, что любой тонкий эксперимент, к какой бы области науки он ни относился, по определению, «плохо повторяем». В физике, когда изучаемый эффект сравним с «фоном» мешающих явлений, приходится делать многократные измерения и «набирать статистику», чтобы результат стал достаточно убедительным.

Большинство суеверий и заблуждений возникает как следствие поспешных выводов из неубедительных экспериментов. Но что считать убедительным? Надо ли доверять тому, что видишь своими глазами?

**Я видел утку и лису, что пироги пекли в лесу, как медвежонок туфли мерил и как дурак всему поверил.**

(Английская детская песенка, перевод С. Маршак.)

Что если вы увидите своими глазами, как экстрасенс летает по комнате или как он подвешивает в пространстве сапог? Я бы прежде всего постарался исключить наиболее правдоподобные объяснения — ловкий фокус, галлюцинация, гипноз, обман зрения. Все это несравненно более вероятно, чем нарушение хорошо проверенных законов тяготения. Загляните под рубашечку Карлсона, вы увидите там маленький моторчик. Увидев неправдоподобное, протрите очки!

Стакан может внезапно подпрыгнуть на метр под действием ударов молекул стола, которые случайно задвигались в одном направлении. Вероятность этого ничтожно мала. Когда замечательного польского физика-теоретика Мариана Смуловского спросили, что бы он сказал в этом случае, он ответил: «Я сказал бы: несравненно более вероятно, что я ошибся».

А как быть с показаниями очевидцев?

Есть случаи, когда без них нельзя обойтись. Шаровая молния не получена в лаборатории, и пока нет научных экспериментов, изучающих ее свойства. Несмотря на



то, что очевидцы — ненадежный источник информации, мы убеждены, что шаровая молния существует: свидетельства сходятся. Что же касается ее свойств, то они выяснятся только после научно поставленных экспериментов.

Описания инопланетян не менее разнообразны, чем описания привидений. По американской статистике, женщины, как правило, встречали гуманоидов с воинственной планеты Марс, а мужчины — гуманоидок со сладостной планеты Венеры.

Итак, свидетельства очевидцев следует принимать так, как они того заслуживают, как источник информации, требующей научного подтверждения и исследования.

Как рождается вера в возможность сверхъестественного? Одна из причин — желание увидеть чудо или хотя бы услышать о нем. Поэтому все случаи удачных предсказаний, таинственных явлений, вещей снов хранятся в памяти, приукрашиваются, а неудачные случаи забываются. Создается ощущение, что странных явлений гораздо больше, чем должно было быть в силу совпадения случайностей.

Но, может быть, главная причина нашей веры в чудеса — необыкновенные резервные возможности человека, проявляющиеся иногда в форме удивительных способностей? Есть люди, чувствующие ничтожные повышения температуры, которые оставляют на бумаге след человеческого пальца. Быть может, в этом объяснение способности распознать заболевание, проводя руками вблизи тела. Известно, что возле больного органа температура несколько выше. Взломщики сейфов чувствуют кончиками пальцев малейшие толчки механизма и разгадывают шифр. Казалось бы, невозможно объяснить естественными законами то, что удается сделать искусному эквилибристу. Легко представить себе, что чувствительный человек угадывает ваши желания по мельчайшим признакам, которые незаметны для вас и для него самого. Он часто убежден, что получает эти ощущения таинственным путем, с помощью биополя.

Воля гипнотизера влияет на поведение другого человека — как часто при этом забывают, что передается она не с помощью сверхъестественных причин, а голосом или движением рук. Когда говорят, что экстрасенс излечил больного, то обычно предполагают, что энергия врача через его руки передается пациенту. Между тем заметной энергии из рук исходить не может: это противоречит физическим законам. Но движениями рук можно заставить больного мобилизовать свою собственную энергию.

Таковы механизмы распространения веры в сверхъестественные явления. Подобным образом возникают и антинаучные утверждения, питающие лженауку.

Но даже научный эксперимент устанавливает только факты. Науку же составляют не только факты, но и соотношения между ними, а главное, систематизация этих соотношений с помощью созна-

тельно упрощенной модели явления. Только после превращения собрания фактов в стройную систему представлений — в теорию — возможно предсказание новых явлений. А для этого необходим не меньший профессионализм, чем для постановки научного эксперимента. И главные инструменты здесь — интуиция и здравый смысл.

**...Красота не прихоть полубога, а хищный глазомер простого столяра...**

О. Мандельштам.

Опытные науки развиваются с помощью правдоподобных предположений, которые предстоит проверить. Если предположение — гипотеза — не подтверждается, приходится пересматривать принятые представления, и возникает новая теория, выдвигающая другие предположения, за которыми следуют новые проверки...

Это так же эффективно, как выметать лужи метлой, по обычаю дворников. И хотя вода проходит между прутьями, после нескольких взмахов от лужи не остается и следа.

Как рождаются и развиваются теории? Вот история одной из них — закона всемирного тяготения.

Идея о том, что сила, заставляющая планеты двигаться вокруг Солнца и яблоко падать с дерева, имеет одну и ту же природу, высказывалась многими учеными и философами. Легенда об упавшем яблоке, которое навело Ньютона на идею об универсальности тяготения, наивна — эта идея в то время повторялась на все лады. За много лет до Ньютона Кеплер пытался доказать, что планеты движутся не по прямой, а по эллипсам под действием силы притяжения Солнца.

Почему же закон всемирного тяготения называют «законом Ньютона»? Справедливо ли это?

Любая общая идея приобретает ценность, только если она подтверждена научными доводами, и честь открытия принадлежит тем, кто способствовал превращению этой идеи в доказанную истину. Как часто об этом забывают изобретатели общих идей!

В поэтических и туманных образах древнеиндийских сказаний можно усмотреть идею расширяющейся Вселенной, научно обоснованную в XX веке и блестяще подтвердившуюся с открытием реликтового излучения. Имела ли эта идея какую-либо научную ценность, повлияла ли она на создание теории тяготения Эйнштейна? Разумеется, нет. В море смутных и случайных утверждений всегда можно выловить нечто, подтверждающееся дальнейшим развитием науки. Ньютон был первым, кто превратил общую идею всемирного тяготения в физическую теорию, подтвержденную опытом.

В чем состояла задача? Надо было объяснить, почему планеты движутся по эллипсам с фокусом в месте нахождения Солнца и почему кубы радиусов орбит пропорциональны квадратам периодов обращения. Эти соотношения — «законы Кеплера» — были найдены из анализа ас-

трономических наблюдений и оставались без объяснения много лет. Ньютон доказал, что эти законы следуют из предположения, что между двумя массами действует сила, пропорциональная произведению масс и обратно пропорциональная квадрату расстояния между телами.

Но и после введения силы тяготения нужно было преодолеть колоссальные по тому времени математические трудности, чтобы получить количественное объяснение движения планет.

Помимо эллиптического движения планет, теория объяснила и слабые отклонения от этого закона, вызванные влиянием соседних небесных тел. Ньютон вычислил возмущения движения Луны под влиянием Солнца и построил теорию приливов, которые он объяснил лунным притяжением.

Ньютону пришлось предположить, что законы механики, найденные Галилеем для тел малой массы, движущихся с малыми скоростями, применимы и для небесных тел. Эта гипотеза с огромной точностью подтвердилась сравнением многочисленных предсказаний теории тяготения с опытом.

В 1687 году вышла книга Ньютона «Математические начала натуральной философии». Это событие можно считать началом теоретической физики.

Ньютон, как и многие ученые того времени, безуспешно пытался объяснить тяготение движениями эфира. Но эти попытки были обречены на неудачу — понадобилось более двухсот лет развития физики и математики, чтобы стало возможным создание теории Эйнштейна, связавшей тяготение с геометрическими свойствами пространства.

Согласно этой теории, законы обычной механики нарушаются вблизи массивных тел и при больших скоростях. Одно из предсказаний новой теории тяготения мы уже обсуждали — это вращение орбиты Меркурия. Были подтверждены на опыте и многие другие следствия теории.

Законы в опытных науках в отличие от математики справедливы с той или иной вероятностью и с той или иной точностью. Если соотношение хорошо проверено на опыте, вероятность заметного отклонения от него ничтожно мала, и мы можем считать закон достоверным. Мы всегда понимаем достоверное как справедливое с вероятностью, близкой к единице.

Когда мы говорим, что хорошо установленная истина отличима от заблуждения, можно было бы добавлять: «с подавляющей вероятностью». Но приходилось бы делать это слишком часто. Говоря: «завтра снова наступит день», надо было бы добавить: «если, конечно, Земля не столкнется с небесным телом или не будет взорвана инопланетянами, которых в последнее время многовато развелось».

Вероятность того, что паровоз подпрыгнет и сойдет с рельсов в результате согласованных ударов молекул, сравнима с вероятностью подпрыгнувшего стакана — мы не считаемся с этим и спокойно садимся в вагон.

Здравый смысл, которым мы пользуем-

ся в практической жизни, руководствуется разумной оценкой вероятности того или иного события. Здравый смысл и интуиция определяют выбор направления поисков. Раньше чем разрывать навозную кучу, надо оценить, сколько на это уйдет времени и какова вероятность того, что там есть жемчужина. Именно поэтому мало серьезных ученых занимаются поисками неожиданных явлений вроде телепатии. Неразумно прилагать большие усилия, если, согласно интуитивной оценке, вероятность удачи ничтожно мала. Ведь пока нет сколько-нибудь убедительных для ученого теоретических или экспериментальных указаний на само существование телепатии. Зато после первого же научного результата в эту область устремились бы громадные силы. Так и должна развиваться наука. Мы сознательно проходим мимо мест, где может быть, и можно найти клад, и направляемся туда, где вероятность найти его, по нашей оценке, наибольшая. Иначе не хватит сил и времени на самое главное.

Интуитивная оценка вероятности успеха всегда субъективна и требует большого научного опыта. К сожалению, ничего лучшего для выбора разумного направления поисков, чем научные конференции, семинары и обсуждения со специалистами, придумать пока не удалось.

Вот краткое заключение наших рассуждений о научном методе исследования: схема научного познания выглядит так — эксперимент, теория, правдоподобные предположения, гипотезы — эксперимент — уточнение, проверка границ применимости теории, возникновение парадоксов, теория, интуиция, озарение — скачок — новая теория и новые гипотезы — и снова эксперимент...

Научный метод, в основе которого лежит объективность, воспроизводимость, открытость новому, — великое завоевание человеческого разума. Этот метод развивался и совершенствовался и был отобран как самый рациональный — из требования минимума потерь времени и идей. Уже более трех веков наука руководствуется им, и при этом ничего не было загублено.

Неизбежный элемент любого развития — заблуждения, но научный метод придает науке устойчивость, заблуждения быстро устраняются силами самой науки.

Критики научного метода любят приводить исторические примеры заблуждений и давать рецепты, как можно было бы их избежать. Они уподобляются жене из старой одесской поговорки: «Я хотел бы быть таким умным, как моя жена потом».

## О ЛЖЕНАУКЕ

Когда система заблуждений преподносится под видом научной теории, ее называют лженаукой. К сожалению, это слово часто употребляли лжеученые, порочившие подлинные научные достижения, например, пытавшиеся привесить ярлык лженауки кибернетике, молекулярной биологии, генетике, теории относительности. Но другого



слова не придумано, и — хочешь не хочешь — придется пользоваться этим.

Как установить, где наука и где лженаука, особенно если речь идет об истинах, еще не установленных окончательно? Ведь истина одна, а заблуждений неисчислимое множество. Классифицировать все разновидности лженауки трудно и неинтересно, достаточно провести границу, отделяющую ее от науки, и перечислить главные признаки.

**Я предпочитаю вредную истину полезной ошибке, истина сама исцеляет зло, которое причинила.**

И. В. Гете.

Что такое лженаука? Может быть, это то, что противоречит представлениям науки сегодняшнего дня? Ни в каком случае! Именно работы, убедительно доказывающие противоречивость принятых моделей, могут привести к научной революции. Даже незаконченные работы такого рода вызывают дискуссии и побуждают к дальнейшим исследованиям.

Так, закон зеркальной симметрии явления природы подтверждался многими опытами и прочно вошел в представления физиков. Но опыты по проверке этого, казалось бы, точного закона, разумеется, никто не отнес к области лженауки, и результатом явилось важнейшее открытие — оказалось, что закон зеркальной симметрии нарушается при радиоактивном распаде.

Нужно ли считать лженаучными работы, основанные на предположениях, которые, как выясняется потом в результате исследований, оказываются неверными? Разумеется, не нужно. Подтверждение предположений не единственный критерий научной ценности работы. И отрицательный результат дает важную информацию — исключается одна из возможностей.

Лженаука — это попытка доказать утверждение, пользуясь ненаучными методами, прежде всего выводя заключение из неповторяемого неоднозначного эксперимента или делая предположения, противоречащие хорошо установленным фактам.

А куда отнести незаконченные научные работы, не устанавливающие истину, а только намекающие на ее существование? Они требуют дальнейшей проверки научными методами. Если такую проверку не сделают и объявят без основания работу законченной, она может перейти в разряд лженауки.

Непонимание того, какой мучительный творческий процесс отделяет научный результат от первоначальной идеи, преувеличение ценности неоконченных работ, стремление заменить недоделанное догадками — все это в конечном счете приводит к лженауке.

Это те редкие случаи, когда наука соприкасается с лженаукой. Обычно дело обстоит грубее и проще — смутная идея объявляется достоверной истиной; то, что противоречит ей, замалчивается, а то, что подтверждает, громко рекламируется.

Вот описание эксперимента в работе, доказывающей **самозарождение** жизни и введенной лжеучеными на уровень мирового открытия: «...методика заключалась в том, что 20 гидр растирались в ступке, затем к этой кашке прибавлялось 8 капель водопроводной воды, насыщенной путем встряхивания воздухом... Через час появляются мельчайшие блестящие точки, величиной с укол булавки... из них развиваются шарообразные тельца — коацерваты... Поведение шариков, их развитие свидетельствуют об их жизнедеятельности. Они живые». Примечаний не требуется.

Вот еще один пример, взятый со страниц — увы! — недавно вышедшего научно-популярного журнала: «...триста лет тому назад любили физику выводить из биологии (считали, например, что кристалл растет из семени). Сейчас этот настрой мысли возрождается: кое-кто среди физиков говорит о прарпсихике атома».

Насколько мне известно, ни о прарпсихике атома, ни о сексуальности двухатомных молекул, ни о шизофрении распадающихся ядер физики с нормальной психикой занимающиеся наукой не говорят.

Разговоры о превращении лженауки в науку и обратно возникают из смешения понятий — словом «лженаука» часто обозначают либо заблуждения, либо поиски неожиданного. Заблуждения неизбежны в науке, но заблуждения не есть лженаука, так же как и неудавшиеся поиски неожиданного, если они возникают и устраняются научными методами в процессе познания.

По нашему определению, даже поиски «философского камня», превращающего все металлы в золото, нельзя безоговорочно отнести к лженауке — эта идея не противоречила научным фактам средневековья. Алхимики, добросовестно ставившие воспроизводимые эксперименты, были подлинными учеными, внесшими свой вклад в познание законов природы.

— Трудно представить себе, чтобы на коне жили мыши, — сказала Алиса.

— Трудно, — ответил Белый Рыцарь, — но можно.

Л. Кэрролл. «Алиса в Зазеркалье».

К сожалению, случается, что ученые догматического склада объявляют лженаукой добросовестные научные поиски неожиданных явлений, то есть таких, которые противоречат принятым представлениям (но не установленным фактам!).

Я был бы очень рад, если бы серьезные экспериментаторы непредвзято изучали явления такого рода, как телепатия. Можно сомневаться в успехе, не верить, что эти ученые обнаружат телепатию, но несомненно, что они откроют много других интересных явлений. Исследуйте телекинез, вертящиеся столы, сгибающиеся под взглядом вилки, расцветающие от прикосновения рук цветы, пугающиеся человеческих угроз деревья, — исследуйте, ставьте эксперименты, но только эксперименты науч-

ные, по правилам, принятым в науке со времен Френсиса Бэкона. Толчок для рождения идеи могут дать и рассказы очевидцев, и поверья, и слухи, и неожиданные ассоциации, но от идеи до истины так далеко, что из сотен идей едва ли выживает одна.

Разумеется, одного только желания доказать невероятное недостаточно. Необходимо сначала сформулировать исследовательскую задачу, найти и разработать достаточно убедительный метод исследования, который позволил бы установить явление.

Вокруг живых организмов существуют физические поля — электрическое, световое, звуковое, — и они довольно хорошо изучены. Так, например, измеряя электрическое поле, меняющееся в ритме сердца, можно снимать кардиограмму, не касаясь тела. Поля эти быстро убывают с расстоянием и уже в нескольких метрах неотличимы от случайных «шумовых» полей. Физические поля, излучаемые человеком, не могут объяснить таких явлений, как передача мыслей или изображений на большие расстояния. Нельзя ли предположить, что, кроме известных, есть еще не обнаруженные физические поля?

В интересующей нас области энергий и частот все поля, действующие на физические приборы, исчерпывающе изучены. Если бы, скажем, на электрон, движущийся в ускорителе, действовало бы еще какое-то поле, то движение отличалось бы от расчетного, чего не происходит на опыте. Вероятность обнаружить физическое поле новой, еще неизвестной природы в макроскопической области настолько мала, что с ней вряд ли следует считаться.

А нет ли каких-либо не физических полей, которые испускаются и принимаются живыми существами и дают право на существование такому чудесному явлению, как телепатия? Нет ли вокруг организмов особого «биополя»? Конечно, это биополе не могло бы объяснить перемещение неодушевленных предметов силой духа, или уменьшение силы тяжести — такие явления прямо противоречат хорошо установленным физическим законам. Ведь ни в одном добросовестном физическом эксперименте желание экспериментатора не влияло на результат измерений, хотя физикам приходится иметь дело с необычайно легкими и легко перемещаемыми предметами. Даже самые слабые способности к изменению веса сделали бы невозможным такое простое измерение, как взвешивание на аналитических весах — при равном весе одна из чашек по желанию экспериментатора делалась бы тяжелее. Как могло бы случиться, что физики, измерявшие силу тяжести с точностью до миллиардной доли грамма, не обнаружили бы грубого нарушения законов тяготения? Тщательный анализ выигрышей в рулетку не показывает отклонений от законов теории вероятности. А ведь стоило бы экстраденсу заняться перемещением шарика, как все расчеты вероятности выигрыша были бы разрушены.

Мы оставляем в стороне возможные чисто физические причины перемещения легких предметов, например, давлением ульт-

развука, испускаемого живым объектом. Такие явления относятся к биофизике и не имеют ничего общего с тем миром сверхъестественного, который так волнует людей, далеких от естественных наук.

Существование биополя, то есть поля, которое не сводится к известным физическим полям и, следовательно, не регистрируется обычными физическими приборами, противоречит ожиданиям современной биофизики. До сих пор не существует никаких проявлений биополя, подтвержденных научным экспериментом. Однако работы по поискам биополя научными методами были бы важным исследованием, даже если бы они дали отрицательный результат.

Теперь нам остается обсудить приемы, которыми пользуется лженаука.

**На удочку насаживайте ложь,  
и подцепляйте правду на приманку...**

В. Шекспир, «Гамлет».

У лженауки есть устойчивые, почти непеременимые черты. Одна из них — нетерпимость к опровергающим доводам.

К этому надо добавить претенциозность и малограмотный пафос. Лжеученый не любит мелочиться, он решает только глобальные проблемы и по возможности такие, которые не оставляют камня на камне от всей существующей науки. Как правило, работ меньшего значения у него никогда не было. У него самого нет сомнений, задача только в том, чтобы убедить тупых специалистов в своей очевидной правоте. Почти всегда он обещает громадный, немедленный практический выход там, где его не может быть.

Далее, почти без исключения — невежество и антипрофессионализм, очевидные любому серьезному специалисту.

И, наконец, — агрессивность.

Лженаука пытается доказать свою правоту, не гнушаясь никакими приемами. Можно и нужно протестовать против несправедливой оценки работы, но стремиться изменить общественное мнение следует принятыми в науке способами.

Нельзя воспринимать всерьез жалобы на будто бы существующие ущемления лженауки. Во все времена именно лженаука преследовала науку, и утверждать обратное — неуважение к памяти жертв лженауки, начиная с Галилея.

Естественно, статьи, опровергающие научный метод познания, также недобросовестны, агрессивны и претенциозны.

«Ну да хочешь, я тебе сейчас выведу(...), что у тебя белые ресницы единственно оттого только, что в Иване Великом тридцать пять сажен высоты, и выведу точно, ясно, прогрессивно и даже с либеральным оттенком?..» Так в полемическом задоре кричит Разумихин Порфирию в «Преступлении и наказании». Так как же доказать, что белое равно черному? Попросим воображаемого критика научного метода продемонстрировать свои приемы.

Вот простой и эффективный прием: фраза вырывается из текста опровергаемой статьи, лишается смысла или приобретает смысл прямо противоположный, становясь



удобным объектом для критики. Редкий читатель окажется таким дотошным, чтоб сверить цитаты: он понадеется, что это сделал редактор.

Другой прием назовем «удар по соседним клавишам» — вместо сомнительного утверждения подставляется близкое ему, но несомненное, и создается впечатление, будто спор идет о бесспорном.

Можно услышать от Критика, защищающего научную ценность лженауки: «Либо нужно отказаться от термина «лженаука» и ему подобных, либо придется признать, что лженаука — такой же феномен культуры, как и привычная нам школьная наука». Никто не спорит с тем, что лженаука и школьная наука, варварство и гуманизм, мракобесие и просвещение — феномены породившей их культуры. Но неравноценные!

Вот излюбленный прием Критика: в белом квадрате можно найти черные точки, а в черном — белые. Поэтому нужно отказаться от противопоставления белого черному и признать, что это одно и то же. Так пытаются доказать равноправие науки и лженауки. Доказательство начинается словами: «Среди исторических корней любой науки всегда найдется корешок лженауки...» и так далее.

Иногда Критик берется за непосильную задачу — доказать, что повторяемость эксперимента не обязательна. Для этого требование повторяемости результатов подменяется требованием повторяемости объектов исследования. Вращение орбиты Меркурия исследовалось только на Меркурии, следовательно, опыт неповторяем, заявляет Критик. Не хочется и говорить о том, что нужен не десяток Меркуриев, а десятки научных наблюдений одного-единственного богом данного Меркурия!

«Организмы, как говорят вдумчивые биологи, неисчислимо разнообразны, — продолжает Критик, — поэтому в биологии нельзя требовать повторяемого эксперимента». Но именно сходство «неисчислимо разнообразных» биологических объектов позволяет ставить воспроизводимые эксперименты и делает биологию наукой, а не совокупностью фактов.

Черпая свои знания из научно-популярных книг, такой критик берет на себя роль толкователя науки, и это не может не покорибить специалистов. При этом он не ограничивается общими замечаниями, а пытается давать конкретные методические указания, искажая историю науки и путая термины.

Слова «академическая наука» и «специалист» наш Критик употребляет с оттенком пренебрежения, рисуя образ специалиста — тупого сторонника научных представлений сегодняшнего дня, неспособного понять очевидную истину: эти представления могут измениться после серьезного открытия,

\* Примеры подобных высказываний критика можно найти, скажем, в статье Ю. В. Чайковского «Многотрудный поиск многоликой истины», журнал «Химия и жизнь», № 10, 1980 г.

и нельзя достоверно продолжать закон за пределы изученной области.

Обычно словом «специалисты» называют людей, занимающихся определенной областью науки на высоком уровне и понимающих ее перспективы. Споры нет — есть плохие специалисты. Но оттого, что есть плохие врачи, не следует обращаться к повивальным бабкам. Вероятность получить правильный ответ от специалиста — наибольшая. Перефразируем Ильфа и Петрова: специалистов надо любить. Это они расширили культуру по всему свету, изобрели книгопечатание и научно-популярные журналы. Более того, именно они написали те популярные книги, по которым обучились толкователи незнакомых наук.

Надо ли бороться с лженаукой?

В некоторых случаях лженаука приносит ощутимый вред обществу, например, когда лжеученому удается повлиять на эконому, культуру, подействовать на воображение молодых людей, начинающих свой путь в науке. Но если научная ценность работы определяется не приказом администратора, а общественным мнением больших коллективов, вероятность ошибочной оценки минимальна.

Поэтому, мне кажется, не следует бороться с лженаукой, запрещая ее или используя ее же приемы.

Что касается невежественных лекций, которые так распространились в последнее время, — например, о летающих тарелках, управляемых гуманоидами, — то им следует противопоставить положительную программу распространения знаний. Молодые люди, посещавшие эти лекции, с охотой придут послушать серьезных специалистов. Им интересно будет узнать, что ни один материальный объект не может перемещаться с такой скоростью и с таким ускорением, с каким иногда передвигаются летающие тарелки, — на это способен только световой зайчик.

Итак, когда вы увидите или услышите о странном явлении, которое противоречит законам, известным вам со школьных времен, не верьте ему безоговорочно. Подобно тому, как юристы исходят из презумпции невиновности, здравый смысл должен исходить из презумпции отсутствия чуда. Не нужно доказывать, что нет странных, необычных явлений, нужно доказать, что они есть.

Задача науки — отбирать наиболее правдоподобные объяснения и придерживаться их до тех пор, пока опыт или теория не заставит от этого отказаться. Это единственный путь найти те явления, которые опровергают принятые представления.

Закончу словами известного английского скульптора Генри Мура: «Скульптор или художник делает ошибку, когда он слишком часто говорит или пишет о своей работе. Это ослабляет необходимое ему напряжение». Может быть, поэтому серьезные специалисты так редко пишут о методах своей науки и так часто огорчаются, читая недобросовестные статьи. Как много чудесного узнали бы читатели, если бы ученые считали своим долгом рассказать о красоте своей науки!



# СБЕРЕГАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

О. ОГАНЯН, экономист.

Трудно сегодня представить нашу жизнь без сберегательных касс. Разнообразны услуги, оказываемые этими государственными банковскими учреждениями. Вот только главные из них: хранение личных сбережений граждан, прием всевозможных коммунальных, налоговых и других платежей, выдача аккредитивов и расчетных чеков, продажа, покупка и хранение облигаций Государственного трехпроцентного займа, реализация лотерейных билетов... Но список перечисленным не исчерпывается. Насчитывается более 60 различных видов услуг, оказываемых этими учреждениями. Поистине, если бы не было в природе сбер-

касс, их следовало придумать. Строка В. Маяковского «Кто — куда, а я в сберкассе», воспринимавшаяся современниками поэта не иначе как реклама, выглядит сегодня действием обыденным и нормальным для каждого советского человека.

Потребность в рекламе сберкасс есть и сегодня. Но внимательный наблюдатель, наверное, замечает: реже стали попадаться хорошо знакомые многим с детства громадные щиты, аршинными буквами призывающие хранить деньги в сберкассах. Нынешняя реклама не призывает, а скорее пропагандирует множество услуг. Объяснить это явление, наверное, нетрудно. Сегодня никого не надо убеждать, что хранить деньги выгоднее на сберкнижке, чем в кубышке.

Выгода, естественно, не может и не должна быть односторонней. Для вкладчика она очевидна. А для государства? Что для всей экономики есть сберкасса? На-

● ЭКОНОМИКА,  
ОБЩЕСТВО,  
ЛИЧНОСТЬ



лет спустя Герцен заметит, что «его странно видеть среди хаоса случайных, бесцельных существований, его окружающих; он идет куда-то — а возле, рядом целые поколения живут ошупью, впросонках, составленные из согласных букв, ждущих звука, который определит их смысл».

Всю жизнь сенатор проведет в спорах с высшими начальниками и даже с царями, требуя смягчения, облегчения наказаний, но при этом в нем останется уверенность, что в «России ослабление связей подчиненности крестьян помещикам опаснее самого нашествия неприятельского...».

Не увлекаясь, однако, перечнем людей знаменитых, задумаемся хотя бы о такой категории, как родители будущих декабристов. Судя по воспоминаниям деятелей первых тайных обществ, у большинства родители были отнюдь не «звери»-крепостники (своим отрицательным примером как бы бросившие сына в объятия вольности), но простые и хорошие люди, исповедовавшие, как отец Якушкина, ценный принцип: «бога бойся, царя чти, честь превыше всего». Сходно писал о себе в 1807 году, накануне смерти, участник заговора против Павла I Д. В. Арсеньев: «Любил друзей, родных, был предан государю Александру и чести, которая была для меня во всю мою жизнь единственным для меня законом».

Мы говорим сейчас о людях вроде многочисленного старшего поколения Муравьевых. Таковы были, несомненно, и родители Бестужевых, Розена, Горбачевского, Фонвизина, Волконского, Штейнгеля, Чернышева, Лорера...

Итак, среди просветившихся (дворян, разночинцев) сравнительно немало хороших людей, идейных, сознательно или подсознательно желающих нового просвещенного прогресса или просто верящих в него... Постепенно вырабатывается тот гуманный, внутренне свободный интеллигентный слой, которому предстоит играть выдающуюся роль в истории и культуре XIX—XX столетий.

Но была и вторая, более обширная и влиятельная группа просвещенного слоя. Тут находим саму Екатерину, Потемкина, Орловых, многих фаворитов, немалое число дворян на службе или в имениях: те, кто хочет сохранения петровского раздвоения и на вопрос «как совместить такое просвещение с таким рабством» — отвечает не колеблясь: «Чтобы оставалось как есть, чтоб не страшиться никаких неминуемых следствий...».

Екатерина и ее сподвижники чтут Вольтера, однако «на Западе вольтерьянцы сделались историческими людьми, в России — циническими», — заметит Герцен, прекрасно знакомый с этим типом исторических деятелей...

«У каждого крестьянина в супе курица, у некоторых индейка», — объявляет царица к сведению Европы после путешествия по

Волге, но именно на этих берегах через несколько лет появится Пугачев.

Тартюфская ложь Екатерины, потемкинские деревни — все это не объяснить просто тем, что Екатерина и Потемкин плохи... Это — отражение их программы, где желали совместить то, что исторически плохо согласуется: такое просвещение и такое рабство... Иногда высказывается сомнение — существовали потемкинские деревни или это легенда? Но дело в общей системе двойственности, которая создавала нечто вроде потемкинских деревень десятки, сотни раз, постоянно.

Как отмечал историк Я. А. Барсков, один из лучших знатоков екатерининского правления, «ложь была главным орудием царицы, всю жизнь с раннего детства до глубокой старости она пользовалась этим орудием, владея им, как виртуоз, и обманывала родителей, гувернантку, мужа, любовников, подданных, иностранцев, современников и потомков».

Французский посол Бретейль, наблюдая, как Екатерина II афиширует свое горе и льет слезы по поводу гибели ненавистного супруга, заметит: «Эта комедия внушает мне такой же страх, как и факт, вызвавший ее».

Ложь в природе вещей. Разумеется, жизнь тысячекратно обогащала предлагаемую схему (упрощенную, но необходимую для разговора!). Редко попадались «химически чистые» типы просветителей и циников; в разных дозах и то и другое присутствовало во множестве людей из верхнего слоя страны. Разве мог бы держаться и десятилетиями давать плоды тот союз лучших людей с властью, о котором уже говорилось, если бы многие лучшие люди не закрывали глаза на жестокий цинизм верхов или не принимали бы частицу того цинизма? Так же, как не были абсолютно циничны ни Потемкин, ни Екатерина. Александр Блок в феврале 1917 года, охватывая длительную, двухвековую историю российской идеологии, писал: «Старая русская власть делалась на безответственную и ответственную».

Вторая несла ответственность только перед первой, а не перед народом.

Такой порядок требовал людей верующих (вера в помазание), мужественных (нераздельных) и честных (аксиомы нравственности)... Всех этих свойств давно уже не было у носителей власти в России. Верхи мельчали, развращая низы».

В XVIII веке процесс, осознанный поэтом, еще не зашел далеко. Но все же, вынужденно упрощая, несколько схематизируя, мы заметили уже две точки зрения на немислимое сочетание света и рабства в России. Первая — надо усиливать свет за счет рабства. Вторая — пусть все будет, как было... Была и третья историческая позиция — весьма сложная и противоречивая. Она связана, между прочим, с деятельностью и личностью Павла I. Но это особая тема.

Тренировка  
геометрического  
воображения  
и сообразительности

Как выяснилось из писем читателей (А. В. Швецов (г. Якутск), В. Э. Смирнов (г. Уфа), С. М. Казанцев (г. Свердловск), А. П. Смирновский (г. Семипалатинск) и др.), среди задач пентамино представляют интерес не только задачи на составление различных геометрических фигур из 12 различных элементов пентамино, но и такие, в которых используются одинаковые элементы. В частности, задачи о замещении копиями одного или двух элементов пентамино прямоугольника или квадрата (см., например, задачи 138—140, «Наука и жизнь» № 7, 1969 г.).

Надеемся, что задачи этой серии понравятся и другим читателям, особенно тем, кто любит не только решить головоломку, но и провести более или менее полный анализ ее.

Наиболее «удобный» для укладки, а потому и наименее интересный—элемент I, полоса  $1 \times 5$ . Им можно выложить любой прямоугольник, у которого хотя бы одна сторона была кратна 5.

Из элементов P и L можно выложить прямоугольник  $2 \times 5$  и, естественно, кратные ему.

А вот самым маленьким прямоугольником, который можно выложить из копий элемента Y, будет прямоугольник  $5 \times 10$ .

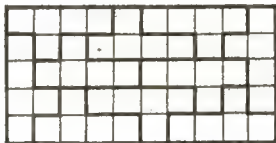


Эти четыре элемента исчерпывают возможность замостить ими прямоугольник.

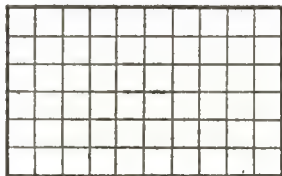
**Задача 244.** На рисунке приведен пример замоще-

# ПЕНТАМИНО

ния прямоугольника  $5 \times 10$  копиями элемента Y. Найдите еще 3 способа укладки.

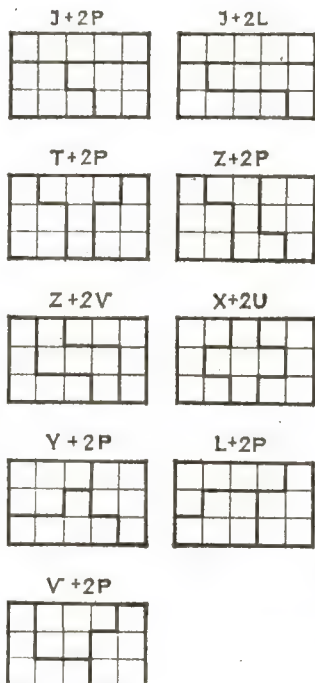


**Задача 245.** Копиями какого элемента пентамино можно замостить прямоугольник  $6 \times 10$ ?

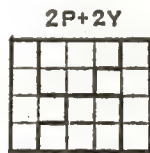


Более интересны для исследования задачи о замощении прямоугольника копиями двух произвольно выбранных элементов пентамино.

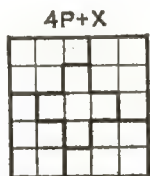
На рисунке приведены 9 вариантов замощения прямоугольника  $3 \times 5$ .



**Задача 246.** Проведите исследование о замощении прямоугольника  $4 \times 5$  копиями двух элементов пентамино. На рисунке дан один из вариантов решения.

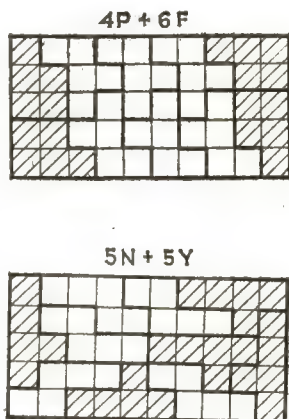


**Задача 247.** То же для квадрата  $5 \times 5$ . На рисунке дан один из вариантов решения.



**Задача 248.** Прямоугольники  $6 \times 5$ ,  $8 \times 5$  и  $9 \times 5$  можно замостить путем удвоения или утроения прямоугольников  $3 \times 5$  и  $4 \times 5$ . При этом фигуры оказываются разбитыми на 2 или 3 конгруэнтные части. Возможны ли иные решения?

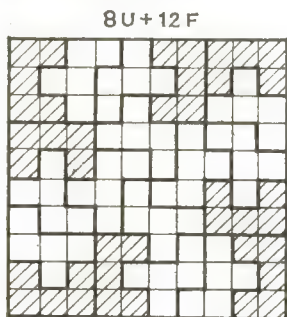
**Задача 249.** Прямоугольник  $10 \times 5$  замощен элементами  $4P + 6F$  и  $5N + 5Y$ .



Найдите еще варианты покрытия прямоугольника  $10 \times 5$  копиями двух элементов (как этих, так и любых других).



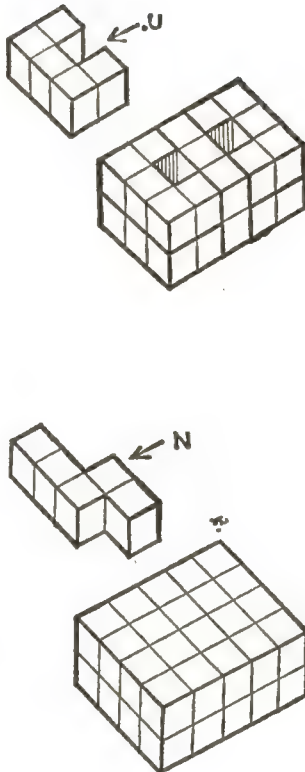
**Задача 250.** Квадрат  $10 \times 10$  замощен элементами UF ( $8U + 12F$ ). Замостите его элементами YW и YU.



Решения, приведенные в качестве примеров к задаче 249, найдены В. Смирновым (г. Уфа).

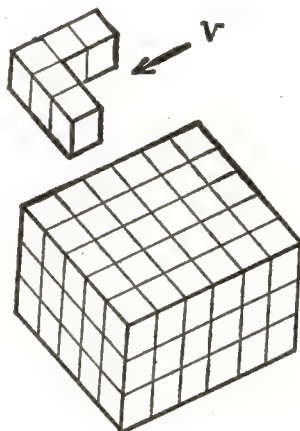
Читатель А. В. Швецов (г. Якутск) исследует проблему компактной укладки объемного пентамино и прислал решение двух весьма трудных задач (251 и 252).

Довольно легко уложить 6U — пентамино в параллелепипед  $2 \times 3 \times 5$ .



**Задача 251.** Уложите 8 N-пентамино в параллелепипед  $2 \times 4 \times 5$ .

**Задача 252.** Из 18 копий V-пентамино сложите параллелепипед  $3 \times 5 \times 6$ .



**Задача 253.** Какой другой произвольно взятой копией пентамино можно заполнить параллелепипед  $3 \times 5 \times 6$ ?

## ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ (№ 2, 1980 г.)

**По горизонтали.** 6. Коралл. 7. Обухок (горный инструмент). 8. Анапест. 9. Квантор (математический символ; приведено определение предела последовательности). 10. Парма (место действия процитированного романа Стендаля «Пармская обитель»). 13. Марсо (французский актер-мим; на снимке в роли Бипа). 15. Бердо (часть ткацкого станка). 17. Гротеск (тип орнамента). 18. Ильюшин (конструктор самолета «ИЛ-2», показанного на снимке). 19. Солон (один из семи пере-

численных мудрецов античности). 21. Браун (персонаж рассказа Г. Честертона «Пронсшествие в Бозн Биконе»). 23. Кварц (показана кристаллическая структура минерала). 25. Ливония (показана в границах середины XVI века). 27. «Морозко» (русская народная сказка). 28. Фреска (показана фреска Микеланджело «Ливийская сивилла»). 29. Нестор (показана скульптура М. Антокольского «Нестор летописец»).

**По вертикали.** 1. Борона (сельскохозяйственное орудие). 2. Планк (выдвинувший понятие кванта энергии). 3. Капонир (часть

форта). 4. Потир (древнерусский сосуд). 5. Корпус (типографский шрифт размером 10 пунктов). 11. Ротонда (тип здания). 12. Артемон (персонаж сказки А. Н. Толстого «Золотой ключик»). 13. Мальчик (перевод с немецкого). 14. Расшнва (недостающее слово в процитированном стихотворении Н. Некрасова «На Волге»). 15. Бекас. 16. Орион (созвездие, карта которого представлена). 20. Лаокоон (античная скульптурная группа). 22. Рапира (спортивное оружие). 24. Ростов. 25. Лиман (затопленное морем устье реки). 26. Яхонт (древнерусское название рубина и сапфира).

Правильные ответы на кроссворд с фрагментами, опубликованный в № 12, 1979 г., первыми прислали: М. и К. Лавровы (г. Горький), семья Алексеевых (г. Псков), Т. Каминская (г. Ленинград), В. Авдеенко (г. Полтава), М. Качович (г. Кизилюрт), В. Шевцов (г. Заводоуковск), семья Левиных (г. Саранск), М. Шульц (г. Ленинград).



# «ШАРИК» ДЛЯ ГАЗС

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) строят для того, чтобы сглаживать пики в потреблении электроэнергии. В часы, когда нагрузка невелика, ГАЭС берет энергию из общей сети и закачивает насосами воду в высоко расположенное водохранилище. В часы «пик» эту же воду спускают в нижнее водохранилище через турбины с генераторами, и накопленная энергия отдается в сеть. Это гораздо удобнее и проще, чем ночью останавливать часть электростанций.

Но для переключения направления потока воды нужно специальное устрой-

ство, способное выдерживать большие давления. На большинстве ГАЭС для этого употребляется тройник из труб, по форме похожий на букву У. Сварные швы в местах соединения труб не всегда выдерживают высокое давление воды.

Конструкторы Витковицкого комбината (ЧССР) создали шаровой переключатель направления водяного потока. Известно, что шар наилучшим образом выдерживает давление. Тогда как стенки тройника из труб имели толщину около ста миллиметров, стенки шара, выдерживающего даже большее давление, почти вдвое тоньше — 54 миллиметра. Только на ГАЭС

«Черный Ваг», где будут работать первые шаровые переключатели из Витковице, за счет их повышенной прочности будет сэкономлено 523 тонны высококачественной стали.

На снимке, сделанном на ярмарке в Брно, показан первый образец шарового переключателя.

Агентство печати  
«Орбис» (ЧССР).



# «ПРАГОТРОН» — ТОЧНОЕ ВРЕМЯ

Чехословацкое предприятие «Праготрон» — прямой наследник небольшой мастерской, которая в Старом городе Праги делала с 1836 года башенные часы. С годами ассортимент продукции рос за счет различных часов, точных механических приборов, электроаппаратуры. После войны началось производство электрочасов. Сейчас марка предприятия хорошо известна, часы и информационные табло «Праготрон» можно встретить на вокзалах, в аэропортах, на стадионах.

На снимке — радиочасы «Праготрон». Для передачи им сигналов точного времени не требуются провода, часы снабжены антенной и легко могут быть установлены в любой точке города. Каждую минуту радиосигнал, передаваемый из городского центра часофикации, меняет показания всех часов города на одну минуту.

«Чехословацкая  
внешняя торговля»  
№ 11, 1979.



Можно полагать, что в ближайшие годы этот метод получит должное развитие, особенно для производства таких сплавов, которые вообще не удаётся изготовить традиционными методами.

## ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Выше были рассмотрены результаты работ по жаропрочным никелевым сплавам. Однако все выводы и рекомендации, сделанные применительно к ним, можно распространить и на другие металлы.

Например, в настоящее время все большее значение в различных отраслях новой техники приобретают титановые сплавы. Они отличаются высокой прочностью в сочетании с относительно низкой плотностью и замечательной коррозионной стойкостью в различных агрессивных средах. Вместе с тем титан в процессах литья и обработки давлением активно поглощает газы атмосферы и оказывает большое сопротивление деформирующим усилиям. Поэтому его весьма непросто подвергать обработке; коэффициент использования металла при изготовлении деталей из титана невелик и составляет всего около 15%.

Перевод производства титана на процессы высокоскоростной кристаллизации и горячего изостатического прессования даст еще больший эффект, чем на никелевых сплавах. Это объясняется тем, что, во-первых, масштабы производства титана значительно крупнее, чем никелевых сплавов, и во-вторых, тем, что у титана более высокая способность к соединению отдельных гранул в монолит при обработке в газостате. При этом также заметно возрастают механические свойства изделий и открываются пути для обработки новых сплавов с повышенным содержанием легирующих компонентов и более высокими эксплуатационными свойствами. Применение этих новых технологий при изготовлении изделий из титана позволит в 2—3 раза уменьшить расход дефицитного сырья для его производства — титановой губки (которую получают из титановых руд — ильменита и рутила) и легирующих металлов, а также снизить трудоемкость механической обработки за счет уменьшения припусков.

Захватывающие перспективы открывает использование новых технологий в производстве ряда изделий из алюминиевых сплавов. В первую очередь это относится к тем сплавам, которые обладают какими-либо специальными характеристиками, например, особо высокой конструкционной прочностью, свариваемостью, жаропрочностью. Новые технологии позволяют получать такие алюминиевые сплавы, о которых совсем недавно нельзя было и мечтать. Уже сегодня можно говорить о промышленном внедрении высокопрочного алюминиевого сплава, полученного из гранул, который, как и алюминий, в 2,5 раза легче железа и в то же время имеет прочность легированной стали — более 80 кгс/мм<sup>2</sup>. А ведь до последнего времени изделия из алюминиевых сплавов, изготовленные по традиционной технологии,

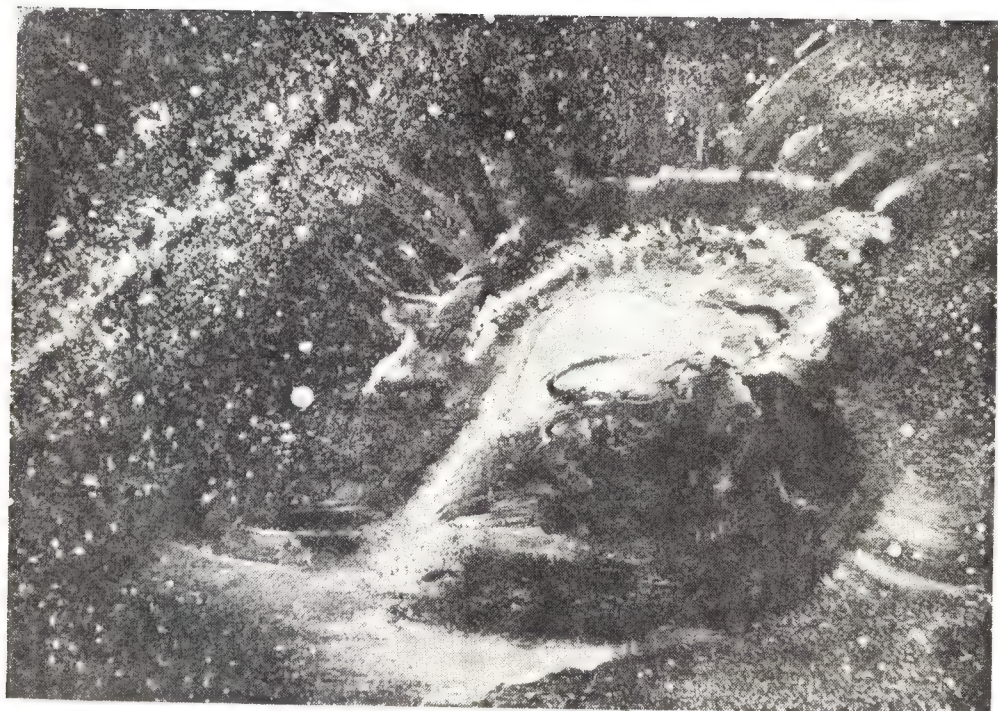
имели значения прочности не выше 60 кгс/мм<sup>2</sup>. Получены хорошо свариваемые алюминиевые сплавы, имеющие прочность до 65 кгс/мм<sup>2</sup> и прочность в сварном шве до 55 кгс/мм<sup>2</sup>. Внедрение таких сплавов может коренным образом изменить конструкцию ответственных агрегатов и технологию их производства в ряде машиностроительных отраслей. При этом остаются в силе и те преимущества новых процессов, которые позволяют поднять коэффициент использования металла и снизить трудоемкость обработки заготовок.

Если же речь вести о возможности расширения методов высокоскоростной кристаллизации металла и горячего изостатического прессования на производство штамповок общего назначения для таких отраслей промышленности, как автомобилестроение, производство различных станков, машин для сельского хозяйства, дорожной техники, машин, используемых в быту, то в перспективе можно представить себе следующее. В настоящее время всего различных штамповок для названных целей выпускается примерно 6,5 млн. т, и коэффициент использования металла — от заготовки к готовой детали — составляет 35%. При переводе производства стальных штамповок на новые методы этот коэффициент повысится примерно в 2,5 раза, и в итоге будет сэкономлено не менее 5,5 млн. т стали, которая сейчас переводится в стружку. Таким образом, могут быть высвобождены громадный парк металлорежущих станков и многие тысячи рабочих-металлистов. Кроме того, следует иметь в виду, что повышенное качество таких деталей позволит изготовить их с меньшими затратами металла и получить тем самым дополнительную экономию.

Мы рассмотрели лишь несколько направлений работы ученых нашего института\*. Приведенные примеры наглядно показывают, что в настоящее время дальнейшее развитие металлургии должно быть направлено в первую очередь на разработку и внедрение методов получения высококачественного металла и повышение эффективности его использования.

Металл как никакой другой материал выдерживает самые большие и разнообразные нагрузки. Он таит в себе богатейшие возможности, не используемые пока еще техникой. Задача ученых-металлургов состоит в том, чтобы найти ключи к тайникам его богатств и заставить работать на человека всю его скрытую силу. В этом — магистральный путь развития будущей металлургии, обеспечивающей полное удовлетворение растущих потребностей в металле всех отраслей техники и народного хозяйства страны.

\* В своей статье в сборнике «Наука и человечество», 1982 г., академик А. Ф. Белов рассказывает еще о нескольких перспективных направлениях использования новых технологий. Там, в частности, говорится о применении высокоскоростной кристаллизации металла при отливке крупногабаритных монолитных изделий, изготавливаемых по традиционной технологии, и о новом процессе получения неразъемных соединений металлов — диффузионной сварке.



# КОПТЯЩИЕ ЗВЕЗДЫ

Кандидат физико-математических наук **А. ПУГАЧ** [г. Киев].

В бесконечной черноте космоса плывет пылающий шар огромной звезды, наполняющий жаром огромное пространство вокруг себя. Звезда не имеет постоянных границ, ее поверхность бурлит, дышит, вздымается чудовищными огненными фонтанами, извергает плазменные струи, которые гигантскими веретенами ввинчиваются в окружающее пространство и, пройдя сотни тысяч километров, растворяются в разноцветной пелене. Здесь начинается звездная корона — царство всех мыслимых красок и огромная, бесконечная кружевная шаль северных сияний, окутавшая со всех сторон звезду.

Но вот там, где бахрома звездного диска граничит с короной, вдруг появляется небольшой черный султанчик — предвестник грядущей катастрофы. Этот черный выброс быстро растет, наливается, вытягивается в облако, и вот уже его ближний край накинута черное покрывало на лик звезды. А облако, бурля и как бы выворачиваясь на-

изнанку, извергает из чрева своего все новые и новые порции всепожирающей черноты. Уже половина звезды окутана непроницаемой тучей, уже три четверти, а черная копь продолжает атаковать звезду, и вскоре лишь только лучики света, пробивающиеся сквозь неплотные стыки темных клубов копоти да цветные разводы хромосферы и короны освещают место произошедшей катастрофы.

Это не отрывок из научно-фантастического рассказа, но, конечно же, и не документальная запись очевидца. Так или приблизительно так астрофизики представляют развитие событий в атмосферах «коптящих» звезд.

На языке строгих справочников эти объекты называются «Переменные звезды типа R Северной Короны» по названию, как принято, первой открытой звезды этого типа. По-латыни название «коптящих» звезд записывается «R Coronae Borealis», а отсюда и наиболее часто употребляемое сокращенное название этого типа объектов — RCB. Прародительница этого типа звезд — звезда R из созвездия Северной Короны — была открыта в конце XVIII века, когда



**Катастрофические взрывы в оболочке яркой звезды, появление густых серых облаков дыма, обволакивающих постепенно все светило, — так представляет себе астроном-художник процессы, которые приводят к резкому, в сотни и тысячи раз, уменьшению яркости звезд типа звезды R Северной Короны.**

всех известных переменных звезд было меньше десятка. Последующее открытие десятков тысяч переменных небесных объектов не привело к существенному увеличению числа известных RCB — сейчас их насчитывается около двух десятков.

Но не только редкостью объясняется интерес к RCB у астрономов многих обсерваторий мира. Так же, как и Новые звезды, они непредсказуемым образом испытывают изменения яркости в сотни и даже тысячи раз, но в отличие от Новых у RCB изменения блеска происходят, так сказать, наоборот: большую часть времени отмечается практически максимальный блеск RCB, причем у некоторых звезд этот максимум наблюдается десятки лет. Но вдруг совершенно неожиданно, без видимой причины, блеск начинает быстро убывать, звезда светит слабее в пять, десять, сто раз, и через несколько недель на месте некогда яркого объекта видна, да и то лишь в крупные телескопы, слабенькая звездочка.

Чем же вызывается подобное поведение? Одно из объяснений было предложено еще в середине 30-х годов. Фантастическое на первый взгляд предположение состояло в том, что звезда в периоды ослабленного блеска окутана облаком графитовых частиц, ею же извергнутых. В то время единственным, пожалуй, основанием для подобной гипотезы служило то, что в спектрах двух звезд с глубокими и продолжительными падениями блеска были обнаружены линии углерода. Однако уровень астрофизических знаний того времени еще не соответствовал смелости предположения, и гипотеза графитового облака, образно говоря, была надолго запрятана в кладовую науки для созревания.

Шли десятилетия, и кропотливые наблюдения постепенно выявили сложную мозаику физических особенностей RCB. Спектральные исследования показали, что по основным параметрам они сильно отличаются от большинства других переменных звезд. Преобладающие химические элементы атмосфер RCB — гелий и углерод, а самый распространенный элемент Вселенной — водород присутствует там в столь мизерном количестве, что его следы удалось обнаружить лишь на особо детальных спектрограммах, да и то пока лишь у некоторых звезд.

Нам не известны этапы биографии звезд типа RCB, но, бесспорно, что это объекты

весьма почтенного возраста, давно выжигшие водород в своих топках и довольствующиеся сейчас гелиевой диетой. Конечным же продуктом переработки гелия в термоядерном чреве звезд как раз и является углерод, которого так много в составе атмосфер «коптящих» звезд.

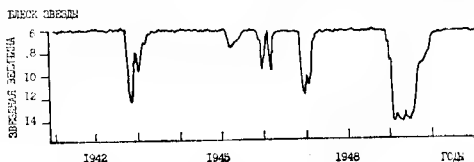
Несмотря на преклонный возраст, жизненный тонус звезд очень высок. Это очень активные объекты Галактики, в буквальном смысле слова «прожигатели» жизни, солидный возраст которых никак не привел к старческой хилости: в среднем звезды типа R Северной Короны в максимуме блеска излучают в единицу времени в 5000 раз больше энергии, чем наше Солнце. Светимость подавляющего большинства этих звезд находится в пределах 4—5 звездной величины, и эта весьма высокая светимость сыграла огромную роль в исследовании RCB, так как все эти объекты очень далеки от Земли — даже от ближайших свет идет к нам более 3 тысяч лет. Если бы светимость RCB была бы того же порядка, что и у Солнца, то, вероятно, нам удалось бы заметить лишь одну-две звезды этого типа.

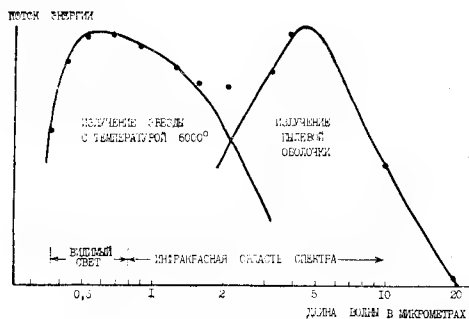
Поскольку большинство RCB принадлежит к звездам промежуточных и поздних спектральных классов, температура их поверхности не может быть очень высокой и у наиболее типичных звезд находится в интервале 5—7 тысяч градусов. Следовательно, большая светимость обеспечивается громадными размерами звезд. Наблюдения показывают: RCB являются сверхгигантами, размеры которых настолько велики, что внутри типичной RCB могла бы уместиться орбита Меркурия. А вот массы этих звезд сравнительно малы, и средняя плотность вещества «коптящей» звезды в сотни раз ниже плотности комнатного воздуха. Этим объясняется то обстоятельство, что ускорение силы тяжести на условной поверхности звезды очень мало и приблизительно равно земному. Для сравнения заметим, что на поверхности даже такой не очень плотной звезды, как наше Солнце, ускорение силы тяжести в 28 раз больше, чем на Земле. Из-за столь незначительного ускорения силы тяжести вещество звезды RCB уже при относительно небольших скоростях высоко поднимается над ее поверхностью.

Все выявленные факты интересны сами по себе и полезны для формирования общих представлений о месте RCB среди звездного населения Галактики. Но как связать эти факты с какой-либо конкретной причиной переменности описываемых звезд, в частности с гипотезой пылевого выброса?

Неожиданно сильное подкрепление этой гипотеза получила со стороны фотометри-

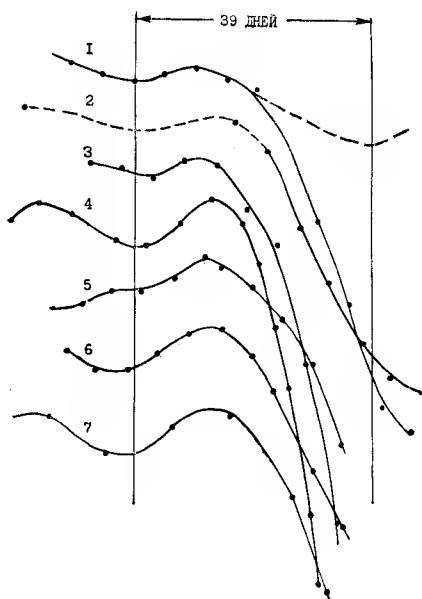
Так менялся со временем видимый блеск звезды R Северной Короны, выраженный в звездных величинах. Напомним, что изменение блеска на одну звездную величину соответствует изменению яркости в 2,5 раза. Падение блеска от 6-й до 14-й звездной величины равносильно уменьшению светового потока в 1500 раз.





ческих наблюдений, проведенных в дальней инфракрасной области спектра. Первые же наблюдения RV Стрельца и самой звезды R Северной Короны показали, что распределение энергии в видимой и инфракрасной областях спектра невозможно представить никакой известной функцией, зависящей от одного значения температуры, — в спектрах обеих этих звезд обнаружили значительные избытки инфракрасных излучений. Дальнейшие измерения прояснили ситуацию: мы имеем дело не с одним источником излучения, а с двумя — со звездой, излучение которой определяется ее собственной температурой, и с оболочкой, температура которой существенно ниже. Таким образом, весь спектр может быть представлен как сумма этих двух составляющих: излучения звезды и свечения пылевой оболочки, нагретой до температуры всего лишь в несколько сотен градусов (см. рис.). Температура оболочек других звезд лежит в пределах 600K — 900K, и чем горячее сама звезда, тем выше температура окружающей ее оболочки.

Тщательное исследование физических особенностей оболочек звезд RCB показало, что они действительно могут состоять из пылевых частиц, выброшенных звездой



Распределение энергии в спектре RV Стрельца (точки). Отдельно показаны составляющие суммарного потока: излучение фотосферы самой звезды и излучение пылевой оболочки с температурой около 700 K. В глубоком минимуме блеска видимое излучение звезды экранируется пылью, и в спектре остается только инфракрасное свечение пылевой оболочки.

во время извержений. Какая же сила вырывает вещество из-под опеки звезды и уносит его в околозвездное пространство?

Одна особенность RCB, возможно, откроет в будущем путь, по которому астрофизики проникнут в тайны происходящих процессов. Звезды RCB непрерывно «мелко» пульсируют, и в такт с пульсациями незначительно меняется их блеск. Звезда дышит, ее фотосфера увеличивается и уменьшается, периодически краснеет из-за колебаний температуры, и каждый вдох-выдох длится десятки дней. Наиболее хорошо изучены эти сравнительно малые пульсации звезды RV Стрельца, так как у этой звезды амплитуда скорости частиц, участвующих в пульсации, достигает 30—40 километров в секунду. Скорость довольно значительная, если учесть, что сила тяжести на поверхности звезды невелика, и для того, чтобы освободиться от гравитационных оков, большие скорости не нужны.

Выше уже говорилось о том, что резкое, катастрофическое ослабление блеска происходит совершенно случайным образом и момент начала такого ослабления заранее предсказать невозможно. Что касается RV Стрельца, то это и так и не так. Оказывается, что момент начала резкого падения блеска звезды жестко привязан к фазе ее непрерывных «малых» пульсаций и катастрофическое уменьшение яркости может начаться только после того, как блеск достигнет максимума «малой» пульсации. Однако на какой именно по счету пульсации начнется глубокое падение блеска, мы так и не знаем. Но теперь по крайней мере ясно, что скромный по масштабам пульсационный процесс служит своеобразным спусковым устройством, он определяет начало глубоких минимумов блеска, причем сами эти минимумы не влияют ни на период «малых» пульсаций, ни на их фазу.

Итак, установлено, что пульсации звезд RCB определяют начало происходящих катастроф, что выброшенное с поверх-

Интересная закономерность отмечена для резких уменьшений яркости звезды RV Стрельца: начало резкого снижения яркости во всех случаях (кривые 1 — 7 отображают наблюдения начала семи разных случаев резкого падения яркости звезды) как бы синхронизировано с «малыми» пульсациями яркости, имеющими у этой звезды период 39 дней. Так, нормальный ход изменения яркости для первого случая шел бы в соответствии с пунктирным продолжением кривой 1, и соседние минимумы пульсации отстояли бы, как обычно, на 39 дней. Однако после максимума пульсации в данном случае началось катастрофическое падение яркости. Все остальные катастрофические уменьшения яркости также начинаются после максимума пульсации.



ности звезды раскаленное вещество содержит большое количество углерода и что это вещество может иметь скорость, достаточную для того, чтобы высоко вознестись над звездой и там превратиться после остывания в самую обыкновенную сажу. Уже этих «установлено» хватит для того, чтобы обосновать гипотетическую картину, с описания которой начался наш рассказ.

Между тем звезда, ставшая невидимой, разумеется, не исчезала совсем, в ее недрах бесчисленные миллиарды киловатт энергии по-прежнему рвутся на свободу. Оболочка же по мере удаления от звезды становится слабее и тоньше, и наконец наступает момент, когда сквозь ее наименее плотные места просвечивает диск звезды. Свет гиганта, красноватый и тусклый, кажется таким из-за своеобразия поглощающих свойств графитовой пыли: точно таким мы видим Солнце через дым горящей смолы или мазута. В этот период особенно хорошо видны пульсации блеска, их амплитуда на восходящей ветви средней яркости достигает полутора звездных величин.

С приближением яркости RCB к исходному уровню колебания блеска заметно уменьшаются, цвет звезды теряет «красноту». Плотность оболочки падает, поглощение излучений становится незначительным, а сама оболочка расширяется и становится в несколько раз или в несколько десятков раз больше звезды. Только большая инфракрасная светимость указывает на существование разбежавшихся остатков некогда мощной пылевой завесы. Звезда-гигант снова светит ярким ровным светом, и наблюдатель не видит признаков скрытой, но, несомненно, зарождающейся в каких-то частях его могучего организма новой катастрофы.

Но не слишком ли все гладко в этой схеме, не увидит ли глаз специалиста в ней трудности и натяжки? К сожалению, в нынешних наших представлениях о «коптящей» звезде есть много узких мест, и в самом механизме переменности не все понятно до конца. Не ясно, например, каким образом частичкам образовавшейся сажи удается противостоять тысячеградусному жару, не испариться, приняв на себя почти весь лучевой удар звезды. Непонятно и то, почему далеко не каждая пульсация вызывает образование нового поглощающего облака. Неизвестно, все ли звезды этого типа пульсируют. Мы мало знаем о предшествующей эволюции RCB, хотя несомненно, что такими эти звезды не могли быть с момента зарождения, что стадия RCB занимает немного места в звездной биографии.

Хотелось бы, конечно, знать, чем завершается бурная деятельность RCB — скромной ли кончиной в образе белого карлика или еще более пышной, но тоже скоротечной стадией планетарной туманности. Оптимисты считают, что пройдет немного времени, и многие не открытые пока вопросы будут выяснены и мы получим достаточно ясную картину нынешнего состояния «коптящих» звезд, получим более определенное представление о прошлом и будущем этих очень интересных объектов Вселенной.

## Н О В Ы Е   К Н И Г И

**Рукопожатие пятилеток.** М., Политиздат, 1981. 239 с. с илл. 100 000 экз. 50 к.

Авторы — активные участники пятилеток — рассказывают о трудовом подвиге, совершенном советским народом за минувшие пятьдесят лет.

**Романовский С. И. Александр Петрович Карпинский.** Отв. ред. Л. И. Красный, А. Л. Яншин. Л., «Наука», 1981. 484 с. с илл. (Научно-биографическая серия). 6000 экз. 1 р. 70 к.

Книга посвящена жизни и научной деятельности выдающегося геолога, президента Академии наук СССР, академика А. П. Карпинского (1847—1936). Помимо обстоятельного анализа трудов ученого, в ней подробно описана история становления государственной геологической службы страны.

**Адабашев И. И. Сотворение гармонии.** М., «Мысль», 1981. 188 с. 70 000 экз. 70 к.

Эта научно-художественная книга посвящена актуальной проблеме взаимосвязи хозяйственной деятельности человека и природы.

**Чирков Ю. Г. Занимательно об энергетике.** М., «Молодая гвардия», 1981. 207 с. с илл. (Эврика). 100 000 экз. 50 к.

В книге доктора химических наук Ю. Г. Чиркова рассказывается о достоинствах каждого вида энергии, о том, как лучше удовлетворить бурно растущие потребности в энергии.

**Кадошцев Б. Б., Рыдник В. И. Волны вокруг нас.** М., «Знание», 1981. 152 с. с илл. 80 000 экз. 40 к.

Книга знакомит с наукой о волнах, которая начала развиваться три века назад из наблюдений за поверхностью воды и выросла в современную физику волн.

**Будущее науки.** Междунар. ежегодник. М., «Знание», 1981. 288 с. с илл. Вып. 14. 100 000 экз. 85 к.

Авторы очередного выпуска ежегодника — видные советские и зарубежные ученые — рассказывают о путях развития различных отраслей знания и их перспективах, о том, что даст наука людям через 10, 20, 100 лет.

**Полищук В. Р. Чувство вещества.** М., «Знание», 1981. 160 с. (Творцы науки и техники). 70 000 экз. 30 к.

Книга рассказывает о деятельности Николая Николаевича Зинина, одного из основоположников русской школы химиков-органиков. В 1835 году талантливый 23-летний математик, ученик Лобачевского, получил от совета Казанского университета распоряжение приступить к преподаванию химии. Семь лет спустя Зинин уже был автором классического синтеза анилина и в дальнейшем осуществил еще ряд великодушных синтезов.

**Добрович А. Б. Фонарь Диогена.** М., «Знание», 1981. 120 с. 100 000 экз. 60 к.

Характер взаимоотношений на производстве, в семье, влияние на них темперамента и других свойств личности — таков круг тем, затрагиваемых в этой книге. Автор — кандидат медицинских наук, литератор, пользующийся примерами из собственной психотерапевтической практики, знакомит читателя с научными представлениями о психологии человека.



# БРАТСКОЕ СОДРУЖЕСТВО НАРОДОВ

«XX век, — отметил тов. Л. И. Брежнев на XXVI съезде КПСС, — принес с собой больше перемен, чем любое предшествовавшее ему столетие. И ни одна страна не внесла в эти перемены столь весомого вклада, чем Союз Советских Социалистических Республик — родина Великого Октября, первая страна победившего социализма».

В 1982 году мы отмечаем 60-летний юбилей со дня образования СССР. В создании первого в мире многонационального социалистического государства воплотились идеи ленинской национальной политики, идеи добровольного объединения советских республик, идеи дружбы народов.

В совместном труде, в борьбе с внешними и внутренними врагами, в мирном созидании социализма и в боях за его защиту выковывалось морально-политическое и экономическое единство больших и малых народов нашей страны, возникла новая историческая общность людей — советский народ.

Многочисленные письменные источники и кинофотофонодокументы тех лет, хранящиеся в государственных архивах, запечатлели этапы становления Советского многонационального государства. Начинаем в этом номере публикацию документальных материалов, воссоздающих отдельные эпизоды истории Советского Союза. В этом номере знакомим читателей лишь с несколькими фрагментами из множества документов 20-х годов, тех лет, которые предшествовали созданию Союза Советских Социалистических Республик в декабре 1922 года.

## РАДИОГРАММА БАКИНСКОМУ СОВЕТУ

23 мая 1918 г.

Советом Народных Комиссаров постановлено: отправить немедленно водой из Царицына в Баку большую партию хлеба в распоряжение Бакинского Совдепа с тем, чтобы в первую голову и безусловно было обеспечено дело выпуска нефти в наибольшем количестве.

**Председатель Совета Народных  
Комиссаров  
Ульянов (Ленин).**

## РОССИЯ ОКАЖЕТ ВСЯЧЕСКУЮ ПОМОЩЬ И ПОДДЕРЖКУ БЕЛОРУССИИ

Из постановления Президиума ВЦИК  
от 4 февраля 1919 г.

...Президиум Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета заявляет о готовности РСФСР оказать всяческую помощь и поддержку трудящимся массам Белоруссии в их борьбе против господства эксплуатации и угнетения и в защите их свободы и независимости от попыток иностранных завоеваний.

**Председатель Всероссийского  
Центрального Исполнительного Комитета  
Я. Свердлов.**

## МЫ ИДЕМ ВАМ НА ПОМОЩЬ, ТОВАРИЩИ!

17 февраля 1919 г.

Мы рабочие и крестьянская беднота, собравшись на I съезде Советов Харьков-

ской губернии, шлем свой революционный привет рабочей и крестьянской бедноте братской нам Советской России. Привет вам, товарищи, высоко держащим красное знамя пролетарской революции в тяжелых условиях голода, разрухи и ожесточенного натиска мирового капитала...

Товарищи, мы с вами, мы пришли к вам на помощь, утомленным, но сильным духом победы, мы влились в общий поток пролетарской революции, мы дадим новые и новые полки на общий красный фронт. Мы дадим хлеб армии, голодному Петрограду и Москве. Донецкие шахтеры, кровью своей осаждающие бассейн, идут нам на помощь в борьбе с экономической разрухой. Они дадут нам уголь для фабрик и заводов.

Товарищи рабочие и крестьянская беднота Советской России, да здравствует гесный, единый, непобедимый союз!

## МОСКВА — ТРУДЯЩИМСЯ УКРАИНЫ

1 мая 1919 г.

Главпродуктом получена из Москвы телеграмма, что ежемесячно на Украину будет отправляться шесть маршрутных поездов с мануфактурой, это составит 180 вагонов или 20 миллионов аршин мануфактуры. Такой акт проявленного Великобританией великодушия ценен тем более, что сама она страдает от недостатка мануфактуры и что в обмен на нее она получила еще весьма немного так жизненно необходимого ей продовольствия, отправка которого задерживается расстройством транспорта и другими неблагоприятными условиями.

Газета «Коммунист».



но. В реальном кристалле вблизи различных деформаций решетки плотность электронов меняется. А конкретно, если в кристаллической решетке есть дислокации, то вблизи их электронная плотность ниже обычной. Значит, вероятность встречи позитрона с электроном меньше, и можно сказать, что дислокации образуют для позитрона своего рода ловушки, из которых ему нелегко выбраться. Чем больше в металле дислокаций, тем больше таких ловушек, тем больше время жизни позитрона в данной структуре.

На приборе, сконструированном в Центральном научно-исследовательском институте черной металлургии, с большой точностью можно регистрировать отдельные аннигиляционные «вспышки», даже те, которые длились всего 450 пикосекунд ( $1 \text{ пс} = 10^{-12} \text{ с}$ ). Были исследованы образцы чистого железа (содержание углерода 0,07%) и его сплавов с никелем и танталом, имеющие мартенситную структуру. Для каждого образца было зарегистрировано 500 000 подобных вспышек, от позитронов с разным «временем жизни», то есть 500 000 актов взаимодействия позитронов с электронами кристаллической решетки, происходивших с разным запаздыванием. Проведенные исследования доказали перспективность этого метода для изучения мартенситных структур. Измерение спектров продолжительности жизни позитрона детально характеризует количество и размеры ловушек в металлах и сплавах, характеризует их структуру.

### ОГНЕСТОЙКИЕ СТРОЙМАТЕРИАЛЫ

В лаборатории специальных древесных плит ВНИИ-древа разработан состав ФАМ, который позволяет по несложной технологии изготовлять огнезащитные древесноволокнистые плиты. Сам состав ФАМ весьма легко готовится по определенной рецептуре на любом деревообрабатывающем предприятии.

Древесноволокнистые плиты на основе ФАМ рекомендованы Министерством здравоохранения СССР в качестве конструкционно-отделочного материала при строительстве гражданских и общественных зданий.

Для огнезащитной декоративной облицовки деталей при сооружении жилых зданий ВНИИстройполимер предлагает отделочные плиты, получаемые путем горячего прессования вермикулито-перлитовой смеси с синтетической смолой. Толщина плиты — 16 миллиметров, а размер —  $2 \times 1,2$  метра. Этот новый огнестойкий материал отличается долговечностью, прочностью, водостойкостью и в то же время легко обрабатывается.

### СИГНАЛ ПОСЛАЛА НЕЙТРОННАЯ ЗВЕЗДА!

Несколько лет продолжают советско-французские эксперименты по изучению гамма-всплесков, приходящих с разных участков звездного неба.

Одно из наиболее мощных зарегистрированных событий — гамма-всплеск 19 ноября 1978 года. Его почувствовали приборы, установленные сразу на трех советских автоматических станциях — «Венера-11», «Венера-12» и «Прогноз-7». В течение долей секунды мощность гамма-излучения возросла в десятки раз, именно подобные резкие скачки и называют гамма-всплеском.

Ученым важно было определить местоположение источника, пославшего мощные импульсы электромагнитного излучения. Приборы на автоматических станциях позволили определить координаты самих станций: расстояние от Земли с точностью до 500 километров было установлено для «Венеры-11» и с точностью до 50 километров — для «Венеры-12». С учетом запаздывания электромагнитных сигналов был проведен статистический анализ данных всех трех космических аппаратов. В результате определили местонахождение источника гамма-всплеска. Когда его координаты были «привязаны» к карте звезд-

ного неба, само место источника вызвало некоторое удивление. На выделенном участке неба до сих пор не был зарегистрирован ни один источник электромагнитного излучения, на этом месте нет ни одного радиопульсара, ни галактики со светимостью ярче 15-й звездной величины. Это место на небесной сфере до сих пор было совершенно «голым», там неизвестны даже обычные звездные объекты.

Всплеск 19 ноября был зарегистрирован не только на советских автоматических станциях, его заметили еще на четырех иностранных космических аппаратах. После того как будет обработана информация всех станций, зарегистрировавших ноябрьское событие, можно будет гораздо точнее определить координаты источника и астрономы смогут начать поиски возможного оптического объекта, ответственного за всплеск.

В недавнем сообщении NASA указывалось, что в спектре гамма-импульса 19.XI.78 удалось распознать линию, которая может быть связана с возбужденным состоянием одного из изотопов железа. Это служит указанием на то, что источником может быть нейтронная звезда с железной оболочкой.

### СНЕГ — ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ

На специальных снегомерных маршрутах, расположенных не ближе 500 метров от окраин населенных пунктов и линий железных дорог, регулярно измеряются физические параметры снега.

Научные сотрудники Института прикладной геофизики, занимаясь проблемами контроля за загрязнением природной среды, предложили использовать существующую снегомерную сеть для изучения загрязнения среды и разработали методику попутного отбора и анализа проб снега.

Ученые исходили из того, что снежный покров — идеальный естественный планшет-накопитель загрязнений, которые в том или ином виде выпадают из атмосферы.

О море, не ведает никто  
твоих богатств сокрытых.

Ш. Бодлер.

**Н**аши древние, древние предки — амфибии, миллионы лет назад выйдя на сушу из пучин океана, где первоначально появилась жизнь, потому что слой воды защищал ее от губительного воздействия солнечной радиации, унесли «в своих сердцах», а затем передали потомкам частицу прародины — океана. Проходили миллионы и сотни миллионов лет, неузнаваемо менялся облик планеты, изменялось расположение континентов и океанов, но химические особенности морской воды оставались прежними. Одно из доказательств этому то, что и в морской воде и в крови обитателей Земли обнаруживается удивительное сходство и в соотношении основных химических веществ и в особенностях регулирования их концентраций.

### ЧЕМ ЗАПОЛНЕН ОКЕАН?

На первый взгляд ответ на этот вопрос кажется простым и ясным: водой, более или менее соленой водой. Однако это не совсем так.

В морской воде в виде ионов и молекул в разных количествах содержатся практически все химические элементы. Но основную массу неорганических веществ, растворенных в морской воде, составляют всего девять ионов. В таблице приведено среднее содержание каждого из них в морской и речной воде. А общее содержание этих девяти главных ионов (вместе с борной кислотой) в океане превышает 99,9 процента всей массы солей. Химически они мало активны, и поэтому их распределение зависит лишь от физических процессов.

Содержание главных ионов			
	в океане		в реках мг в кг воды
	мг в кг воды	...% от общего количества солей	
Cl <sup>-</sup>	18980	55,04	6,4
Na <sup>+</sup>	10560	30,61	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2650	7,68	11,9
Mg <sup>2+</sup>	1270	3,69	3,3
Ca <sup>2+</sup>	400	1,16	13,9
K <sup>+</sup>	380	1,10	—
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	—	—	6,1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	140	0,41	47,6
Br	65	0,19	—
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5	0,07	—
Сумма	34450	99,95	80,2



### ● В МАСТЕРСКОЙ ПРИРОДЫ

## В О Д А И

Содержание главных ионов определяет соленость морской воды. В сумме их около 35 г в 1 кг воды, или 35‰ (промилле)—это и есть средняя соленость Мирового океана. Примерно чайная ложка солей на стакан воды. Это много. Если пересчитать на объем Мирового океана, цифры становятся астрономическими: более  $48 \cdot 10^{15}$  тонн солей в Мировом океане. Если такое количество соли равномерно рассыпать по поверхности земного шара, образовался бы слой почти в 150 метров.

Соленость воды в разных частях океана и на различных глубинах неодинакова. Самая соленая вода в субтропических районах (за счет испарения и малого речного стока). В зоне высоких широт соленость обычно ниже средней (за счет таяния льдов и большого речного стока). Так, в Северном Ледовитом океане соленость ниже 31‰, в Красном море достигает





# ЛЕД ОКЕАНА

Кандидат химических наук  
Б. СКИРСТЫМОНСКАЯ  
и кандидат географических  
наук М. СОФЕР.

42‰, а в заливе Кара-Богаз-Гол — даже 300‰.

Количественные соотношения главных ионов независимо от величины солености во всех зонах и на всех глубинах океана постоянны. Испарение, приток речной или дождевой воды могут изменить общее содержание солей, но соотношение между количествами главных ионов остается неизменным. Состав морской воды столь же постоянен в своих пропорциях, как и газовый состав атмосферы. Академик В. И. Вернадский даже предлагал принять соотношения главных компонентов морской воды за константу нашей планеты, подобно тому, как характерной константой вещества служит точка его плавления. Поэтому соленость морской воды может быть определена по одному из главных ионов, содержание которого измеряют в пробе. Обычно для этого берут ион хлора.

Содержание всех остальных химических элементов значительно меньше. Однако многие из них, например, азот, фосфор, кремний, магний и другие, жизненно необходимы обитателям океана. Железо, марганец, цинк играют значительную роль в геологических процессах, идущих в океане. Концентрации этих элементов могут изменяться и не зависят от содержания главных ионов.

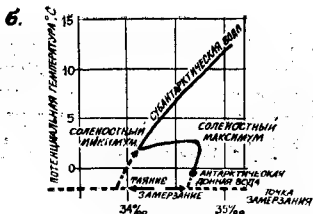
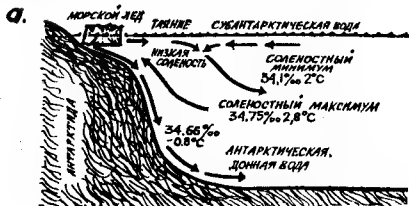
Естественно, что присутствие ионов может коренным образом изменять структуру воды. Одни ионы — калий, хлор, иод — вызывают разрыхление структуры, другие — натрий, магний, сульфат, карбонат — наоборот, упорядочение. В еще большей степени влияют на структуру воды растворенные в ней органические вещества и взвешенные частицы. Нарушается молекулярная структура воды, изменяются ее свойства — вязкость, плотность, температура замерза-

ния и кипения и другие. Пожалуй, нет ни одного свойства, по которому пресная и морская вода были бы идентичны. Морскую воду, может быть, и называть-то водой даже не следовало бы, настолько она не похожа на пресную.

Плотность морской воды зависит не только от температуры и давления, как у чистой пресной воды, но еще и от солености. С увеличением солености на 1‰ плотность морской воды возрастает на  $8 \cdot 10^{-4}$  г/см<sup>3</sup>. При солености 35‰ и 0°C морская вода на поверхности океана имеет плотность 1,02813, а на глубине в 10 километров — 1,07104. Таким образом, установившееся мнение о практической несжимаемости воды справедливо только для сравнительно малых давлений. Если бы вода была совершенно несжимаема, уровень Мирового океана был бы на 30 метров выше.

Сдвиги в структуре, а вслед за тем и в свойствах морской воды влияют на многие процессы, идущие в океане. Вот хотя бы один пример. Чистая пресная вода, как известно, имеет наибольшую плотность при плюс 4°C, и при дальнейшем охлаждении вертикальное перемешивание в ней не происходит. Для морской воды соленостью 35‰ температура наибольшей плотности равна минус 3,5°C. А замерзает такая вода уже при минус 1,9°C. Значит, образование льда в океане начинается значительно раньше, чем морская вода достигнет максимальной плотности. А раз так, вертикальное перемешивание может происходить при любой низкой температуре, пока вода еще жидкая. Эта особенность морской воды имеет весьма существенные последствия: вертикальное перемешивание в океане происходит в любое время года, глубинные слои постоянно обогащаются кислородом, а верхние — биогенными элементами.

Образование антарктических донных вод:  
а — схематический поперечный разрез;  
б — температурно-соленостная диаграмма.



Если бы воды океана не обладали этими свойствами, огромная толща их не проветривалась бы, и жизнь там была бы невозможна. Так особенности морской воды на молекулярном уровне вызывают в сложной системе океана макромасштабные изменения физические, химические, биологические и даже геологические.

Мы еще не сказали о продуктах жизнедеятельности морского «населения». А ведь все оно — от микроскопических водорослей до гигантов — китов и рыб оставляет в морской воде большие количества самых разнообразных веществ.

Таким образом, то, что мы называем морской водой, представляет собой сложную систему, содержащую различные вещества в растворенном и взвешенном состоянии. Структура и поведение этой системы предопределены свойствами самой воды и всех природных объектов, с которыми она взаимодействует.

## ВСЕ ТЕЧЕТ, НО НЕ МЕНЯЕТСЯ

Океан зажат между атмосферой и литосферой и обменивается с ними веществом и энергией. Атмосфера передает океану воду, содержащую некоторые газы — кислород, углекислый газ, азот и его окислы, аргон, — а иногда и твердые частицы.

Как известно, углекислый газ атмосферы снижает теплоотдачу Земли в мировое пространство, вызывая так называемый парниковый эффект. Количество углекислого газа, выделенного за последние десятилетия в атмосферу в результате производственной деятельности человека, так велико, что уже должно было бы вызвать повышение температуры Земли на несколько градусов. Но это пока не происходит. Избытки углекислого газа атмосферы растворяются в водах океана, океан поглощает их. По мнению академика А. П. Виноградова, «процесс постоянного выведения углерода из кругооборота существует благодаря океану, который, являясь карбонатным резервуаром, регулирует содержание углекислоты в атмосфере».

На дне только Тихого океана насчитывается более десяти тысяч вулканов. При их извержениях в океан выносятся огромные количества различных веществ. С материков в океан непрерывно поступает речной сток. Продукты эрозии почвы, промышленные отходы, все так или иначе загрязненные воды вливаются в океан, как во всеобщую сточную яму. Подсчитано, что ежегодно все реки выносят в океан свыше 3,2 миллиарда тонн растворенных минеральных и органических веществ. Только одного кальция поступает столько, что за один миллион лет (срок для океана весьма малый!) количество его в водах Мирового океана должно удвоиться.

Океан открыт всем внешним воздействиям и тем не менее в течение миллиардов лет сохраняет свой химический облик без изменения. Какие же процессы внутри океана придают ему такую устойчивость



и стабильность? Каков «механизм» самосохранения открытой системы океан?

Посмотрим, как отвечает океан на внешние воздействия. Например, как сохраняется стабильность одной из наиболее важных и сложных систем океана — карбонатной системы.

Растворенный в воде углекислый газ расходуется в основном на фотосинтез органического вещества и на образование угольной кислоты, которая дает гидрокарбонатные ( $\text{НСО}_3^-$ ) и карбонатные ( $\text{СО}_3^{2-}$ ) ионы. Эти процессы обратимые. И равновесие всей системы в конечном счете зависит от концентрации в воде начального и конечного компонентов — углекислого газа и иона  $\text{СО}_3^{2-}$ .

В состоянии равновесия, когда все реакции продолжают непрерывно идти, внешние воздействия могут ускорить одни реакции или замедлить другие. А это приводит к сдвигу равновесия. Даже небольшое уменьшение содержания двуокси углерода, например, за счет увеличения фотосинтеза, приводит к переходу гидрокарбонатных ионов в карбонатные, которые с ионами кальция и магния дают труднорастворимые соли. И, наоборот, в ответ на увеличение концентрации  $\text{СО}_2$  (в результате окисления органических веществ в глубинах океана) увеличивается скорость растворения карбонатов на дне океана. А через определенное время, которое можно рассчитать по физико-химическим законам, система вновь достигнет равновесия. Так карбонатная система сама поддерживает постоянство концентраций, подключая на помощь ресурсы и атмосферы и океанического дна.

В карбонатной системе так же, как и в фосфорной, кремниевой и других, равноправно участвуют и ионы водорода. В 1 литре морской воды их всего 10—11 грамма (меньше, чем урана и даже золота), но и этого количества достаточно, чтобы связать концентрации веществ всех систем в единую сложную сеть химических равновесий.

Сказанное об устойчивости и защищенности океана от внешних воздействий не должно создавать иллюзию, что для него ничего не страшно, что он справится с любыми загрязнениями и в любом количестве. Здесь можно провести аналогию с маятником. Получив однажды даже сильный толчок, маятник, покачившись какое-то время, снова вернется к своему первоначальному состоянию динамического равновесия. Но если его все время слегка подталкивать, если непрерывно вносить легкие возмущения, то маятник не сможет вернуться к состоянию равновесия. Так и океан.

Для океана менее опасны гигантские природные катаклизмы типа подводных вулканических извержений с выбросом колоссальных количеств различных веществ, чем загрязнения в виде сравнительно небольших, но непрерывно поступающих промышленных отходов. От спорадических возмущений океан, как динамическая система, защищен, против непрерывного воздействия — бессилён.

## ОШИБКА ЖЮЛЯ ВЕРНА

В романе Жюль Верна «Двадцать тысяч лье под водой» есть описание того, как с подводной лодки «Наутилус» освещают океанские глубины. «Позади рубки помещается мощный электрический рефлектор, который освещает море на расстояние в полмили». (Половина морской мили — это 926 метров.)

Жюль Верн поразительно предвидел пути развития техники на многие годы вперед. Но предвидение возможности осветить на полмили глубоководный участок моря не оправдалось.

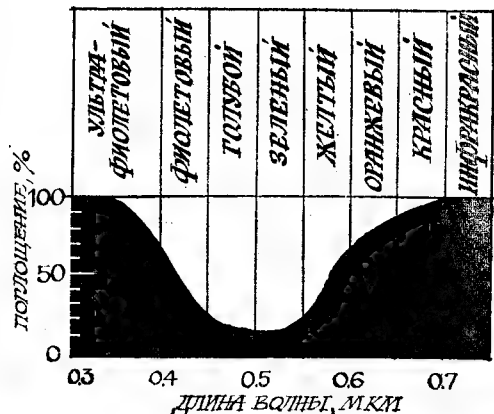
Самое мощное освещение океан получает от Солнца. При восходе и заходе солнечные лучи почти полностью отражаются от поверхности моря. Чем выше поднимается Солнце над горизонтом, тем больший световой поток проникает в море.

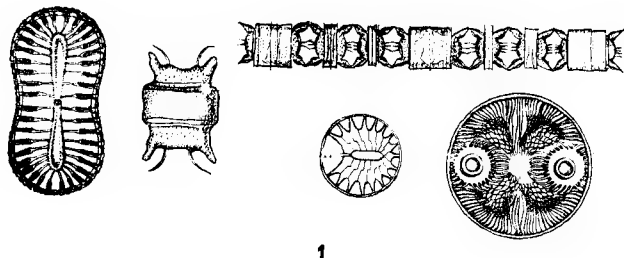
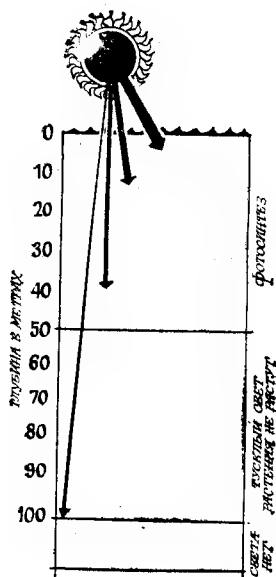
Дальше судьба дна света, попавшего в море, определяется двумя процессами — рассеянием и поглощением. Рассеяние в морской воде происходит значительно интенсивнее, чем в атмосфере: каждый фотон в море успевает несколько раз изменить направление своего движения, прежде чем будет поглощен верхними слоями моря. Более половины лучей поглощается слоем воды толщиной всего в один метр. Глубже 10 метров проникает около 20 процентов лучей, а на глубину 100 метров — только 1 процент. Вот и получается, что примерно 97 процентов объема Мирового океана находится в вечной темноте.

Современные расчеты и практика показывают, что даже в самой чистой морской воде расстояние в полмили проходит такая ничтожная доля света источника, что ее и представить практически невозможно.

Многократное рассеяние лучей создает в море особую освещенность, так описываемую Туром Хейердалом: «Как только наши глаза оказывались под водой, источник света — в отличие от нашего надводного

Поглощение морской водой лучей с разной длиной волны.





1

Фитопланктон находится в основном в тонком поверхностном слое океана. Строение этих мельчайших водорослей имеет сложную и разнообразную конфигурацию и поражает изыществом. 1 — диатомовые водоросли, 2 — перидинеи (стр. 47).

Оноло трех четвертей всего органического углерода, производимого морскими растениями, приходится на долю диатомовых водорослей. Плавать или утонуть — для них вопрос жизни и смерти. Оставаться у поверхности воды им помогают тончайшие пористые панцири из кремнезема. Причудливые по форме и разнообразные по строению, они увеличивают поверхность,

мира — как бы переставал существовать. Преломленные лучи доходили до нас не только сверху, но и снизу, солнце больше не сияло, оно было повсюду... Даже тогда, когда мы смотрели вниз, в бездонную глубину океана, где царит вечная черная ночь, эта ночь являлась нам окрашенной в приятный голубой цвет».

И действительно, представление о море у нас обычно связано с голубым или синим цветом. Синий цвет моря, как и синевы неба, объясняется молекулярным рассеянием солнечного света. Самые короткие лучи видимого спектра, проникнув в море, отражаются молекулами воды, и мы видим синий цвет.

Но моря бывают не только синие. Разнообразие цвета морской воды зависит от присутствия в воде взвешенных частиц органического и неорганического происхождения.

Синий цвет — это цвет «океанической пустыни», желтовато-зеленая окраска морской поверхности говорит о плодородных «океанических пастбищах». Присутствие в воде планктона придает большим пространствам моря различные оттенки.

Иногда окраска бывает настолько ярко выраженной, что моря получают свое название по цвету воды в них. Так, Красное море — по цвету водорослей — багрянки, Желтое — по цвету минеральных частиц, выносимых рекою в это мелководное море.

### «ГИГАНТЫ» МОРЯ

И в воде и на суше жизнь основана на способности растений синтезировать сложные органические вещества из неорганических.

Важнейшим звеном жизни в океане оказались крохотные одноклеточные растения, почти незаметные невооруженным глазом. В сложном процессе фотосинтеза из воды,

углекислого газа и некоторых биогенных элементов образуется все, что необходимо для построения их организма и поддержания в нем жизни. Ни в какой другой пище они не нуждаются, сами же служат первичной пищей для других организмов. По размерам этих крошечных водорослей можно судить и о величине животных, питающихся ими. Это сообщество растений и животных, населяющих толщу воды, получило название планктон (от греческого планктос — блуждающий).

Сюда входят различные виды водорослей, бактерий, мелкие ракообразные, жгутиковые, личинки донных животных. Словом, все те, кто не может самостоятельно передвигаться в любом направлении и пассивно дрейфует, подчиняясь морским течениям.

Растительных клеток — фитопланктона — известно около 2000 видов, но чаще других встречаются перидинеи и диатомеи. Фитопланктон чрезвычайно быстро размножается и образует в Мировом океане огромные массы — в год более 550 миллиардов тонн живой продукции.

В отличие от фитопланктона большинство видов зоопланктона способны активно перемещаться вверх и вниз. Для этого у них выработались различные приспособления. Днем, когда фитопланктон активно синтезирует органическое вещество, почти весь

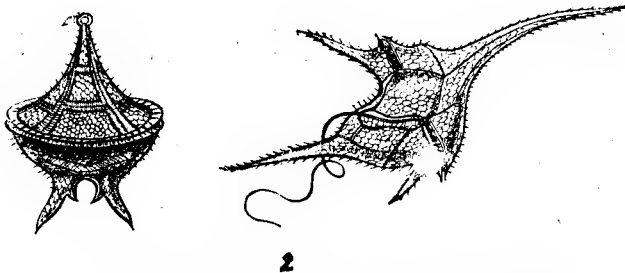
Некоторые виды зоопланктона: 1 — стефидеи, 2 — циртоидеи, 3 — веслоногие рачки (стр. 47).



1

2



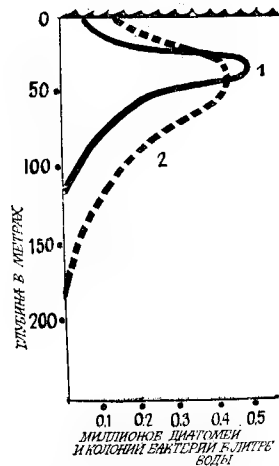


2

а следовательно, и плавучесть крохотного тельца. Дополнительно плавучесть диатомей придает и синтезируемая внутри клетки капля жира.

Когда после многократного деления клетка погибает, она теряет плавучесть и медленно погружается на дно. Там образуются обширные отложения диатомового ила.

Более ста лет назад шведский химик А. Нобель, изыскивая пути производства взрывчатого вещества, обнаружил, что нитроглицерин в смеси с мельчайшими пористыми раковинками — диатомовой землей — утрачивает опасную способность к самопроизвольному взрыву. Так был создан динамит.



зоопланктон находится ниже его, и каждая группа занимает свой уровень, свой «этаж». Но с заходом солнца порядок в сообществе нарушается. Все устремляется вверх на охоту за водорослями. Пиршество продолжается всю ночь. С приближением рассвета подкормившиеся животные вновь спускаются на свои «этажи». Путь в оба конца — на охоту и обратно составляет 400—600 метров, а для некоторых микроорганизмов — и до 1000 метров.

Растительноядные животные становятся добычей плотоядных первого порядка, те, в свою очередь, могут оказаться жертвами плотоядных второго порядка, и так пищевая (трофическая) цепь пожираемых и пожирающих заполняет все глубины океана, создавая «лестницу» жизни, по которой происходит передача вещества и энергии от поверхности океана до его дна.

В океане существует много таких «лестниц». Каждая из них связана с множеством других, и трудно даже представить, насколько сложны и многообразны все их сочетания и связи. Но характерна одна особенность: жизнь всех глубин океана обращена к поверхностной зоне, где обитают создатели первичной пищи — мельчайшие водоросли.

Распространенность жизни на суше и в море различная. На суше почти все живое сосредоточено в сравнительно тонком слое:

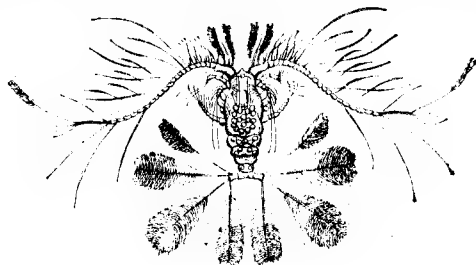
не глубже 1 метра от поверхности почвы и не выше уровня макушек высоких деревьев, то есть всего на 60 метрах. Правда, некоторые насекомые и птицы залетают выше, но ненадолго.

В морях и океанах жизнь существует на всех глубинах — от поверхности до дна. Если считать среднюю глубину примерно в 4000 метров, то жизненное пространство океана превосходит обитаемый слой на суше по меньшей мере в 65 раз.

Органическое вещество в виде продуктов жизнедеятельности и отмерших организмов непрерывным дождем опускается в глубины океана. На этом пути большая его часть либо потребляется другими животными, либо разлагается и растворяется еще до того, как достигнет дна. Количество растворенного органического вещества в Мировом океане невероятно велико. По массе оно в 300 раз превышает количество всего органического вещества на суше!

Возвращают растворенное органическое вещество в биологический круговорот главным образом бактерии. Одни бактерии разлагают органические вещества и переводят их в более простые, другие их окисляют. И так до биогенных веществ, необходимых снова фитопланктону.

Многие виды животных способны пропускать через себя морскую воду и фильтровать взвеси и твердые частицы. Эти



3

мельчайшие фильтраты способны пропустить через себя объем всего Мирового океана за шесть месяцев. Так их много.

Такие элементы, как магний, кальций, они собирают в себе в 10—100-кратном раз- мере по сравнению с обычной концентра- цией в морской воде. А фосфор, серебро, кремний — даже в миллионы раз больше. Мерской гребешок, например, способен концентрировать в своем теле кадмия в 2 260 000 раз больше, чем в самой воде. Есть и такие элементы (ванадий, ниобий, вольфрам), содержание которых в морской воде экспериментально обнаружить не уда- ется — настолько мала их концентрация, — а в телах фильтраторов они накапливают- ся в значительных количествах.

Способность живых существ океана от- фильтровывать и избирательно концентри- ровать в своем теле химические элементы имеет глобальное значение для геохимии океана. Так, почти полтора миллиарда тонн карбоната кальция из того, что при- носят в океан речные воды, ежегодно от- лагается в раковинах и скелетах некото- рых жителей океана, а кремний практиче- ски весь переходит в панцири диатомей.

Необходимый для жизни всех групп морских организмов круговорот вещества могут обеспечить только гигантские сообще- ства, целостные биологические системы, способные вовлечь в «жизненный вихрь» (В. Вернадский) большинство химических элементов. Огромные запасы биогенных элементов постепенно опускаются в глу- бинные слои и на дно океана, скапливают- ся там. Для возврата их в верхние слои, где они могут быть использованы в про- цессе фотосинтеза, одной вертикальной миграции зоопланктона еще мало. Суще- ствует еще вертикальное перемешивание (апвеллинг), при котором часть донных запасов поднимается в верхние слои оке- ана.

Жизнь в океане в конечном счете опре- деляется связью между невидимыми биоло- гическими процессами гигантских могуще- ственных сообществ мельчайших организ- мов и открыто проявляющимися физически- ми процессами.

### ЛЕДЯНОЙ ЩИТ ОКЕАНА

Карта Мирового океана не будет полной, если не отметить на ней площади, покры- тые льдом. Четкую границу распростра- нения льдов провести довольно сложно из-за ее постоянной изменчивости. По этой же причине, а еще из-за недостатка полной информации трудно подсчитать общий объем ледяного покрова всех морей и океанов.

Ориентировочно считают, что лед появ- ляется почти на одной пятой Мирового океана. Причем в зависимости от времени года площадь и объем морских льдов силь- но меняются. Так, в северном полушарии площадь ледяного щита от зимы к лету уменьшается от 15 до 8,4 миллиона квад- ратных километров, а объем — от 25,5 до 11,5 тысячи кубических километров. В юж-

ном полушарии — от 25,5 до 12 миллионов квадратных километров и от 30 до 7 ты- сяч кубических километров. Следовательно, за одинаковое время в южном полушарии появляется и тает льдов значительно боль- ше, чем в северном полушарии. Это и по- нятно, ведь площадь возможного ледообра- зования в южном полушарии больше, чем в арктическом бассейне.

Значит, каждый год в Мировом океане нарастает и тает примерно 37 тысяч куби- ческих километров морских льдов. На пол- ную смену льдов Мирового океана уходит почти 11 лет.

За этими усредненными цифрами стоит множество колебаний, изменений ледови- тости как во времени, так и в простран- стве. Например, в течение 1930—1960 годов количество льдов в северном полушарии довольно значительно менялось по сравне- нию со средней величиной. А вот еще бо- лее контрастный пример: в апреле 1966 го- да все Белое море было покрыто льдом, а на следующий год в это же самое время оно было целиком свободно ото льда.

### ВОЗРАСТ ЛЬДА

В отличие от морской воды, которая об- ладает удивительным постоянством соста- ва, морские льды чрезвычайно разнообраз- ны и отличаются друг от друга и свойст- вами, и происхождением, и возрастом.

Подобно всему в природе, льды зарожда- ются, становятся молодыми, зрелыми, ста- рыми и, наконец, исчезают. Морские льды принято классифицировать в зависимости от возраста.

Молодой лед обычно бывает темно-сталь- ного или свинцового цвета, по толщине не- велик и сильно пропитан водой.

Постепенно утолщаясь, лед приподнима- ется над водой и вначале (при толщине 10—15 сантиметров) становится серым, а потом и белым (при толщине около 30 сантиметров). Это все еще молодые льды. Наиболее зрелый из них — однолетний лед. Он нередко достигает солидной метро- вой толщины.

Лед, который пережил не одно летнее таяние, считают уже старым. В Арктике старый лед нередко бывает толщиной в три метра и даже больше. В антарктиче- ских водах большие ледяные поля редки, и там мало встречается многолетних льдов толщиной более двух метров.

Чем же ограничена толщина льда в оке- ане? Лед лежит на границе двух сред — во- ды и воздуха, и обе они воздействуют на него непрерывно и сложно. Толщина льда — результирующая этих взаимодейст- вий. Опытным путем установлено, что при разности температур вода—воздух в 20°C на образование первого сантиметра льда требуется 6 минут, а 101-го — почти сутки, потому что уже образовавшийся метровый слой льда надежно защищает воду от мо- розного воздуха.

Морские течения тоже воздействуют на лед, особенно на его нижнюю поверх- ность. Это хорошо заметно в проливах.



Даже при самых крепких и длительных морозах толщина льда там не превышает 70 сантиметров. Сильные течения смывают нижнюю часть льда.

### ПОЧЕМУ ЛЕД СОЛЕННЫЙ?

Теоретически лед в океане должен быть пресным независимо от солёности воды, из которой он образовался. Однако морской лед почти всегда содержит соль. Дело в том, что при охлаждении поверхности моря замерзает действительно в первую очередь сама вода. Но при суровых морозах лед нарастает так быстро, что рассол не успевают просочиться между кристалликами образующегося льда, и капли рассола в виде ячеек остаются пленниками во льду. Давно замечено: чем быстрее происходит замерзание, тем солонее морской лед.

Застревают между кристалликами и пузырьки воздуха и различные механические примеси. Вот почему «быстрозамороженный» лед более солёный и более мутный, а следовательно, и менее прочный, чем «выморозенный» лед.

Молодой лед обычно бывает самым солёным. Постепенно освобождаясь от захваченного рассола, лед опресняется. Если в однолетних льдах содержание соли около 5%, то в многолетних — менее 0,5%. А такой лед уже можно использовать как источник питьевой воды.

Механизм естественного опреснения морского льда связан с перемещением захваченных в плен ячеек рассола. Зимой температура на поверхности льда значительно ниже (до  $-30^{\circ}\text{C}$ ), чем в его глубинных слоях (до  $-1,5^{\circ}\text{C}$ ). При этом ячейки перемещаются в сторону более теплой нижней поверхности льда.

Весной и летом происходит наиболее интенсивное опреснение льда. Ячейки с рассолом удлиняются настолько, что превращаются в сквозные вертикальные каналы, из которых рассол вытекает, и верхние слои льда почти полностью опресняются. Солёность уменьшается почти в 60 раз!

Вытекающий рассол оставляет за собой пустые поры и каналы и тем самым лишает лед его прочности. Лед становится похожим на соты и легко разрушается. Старый лед за счет меньшей плотности поднимается выше над водой.

В течение сравнительно недолгой жизни льда изменяется не только его плотность и солёность, но и состав входящих в него солей. В талой воде, полученной из морского льда, отмечается по сравнению с составом обычной морской воды избыток карбонатов и сульфатов и недостаток хлоридов. Иными словами, после размораживания морская вода уже не похожа на себя до замерзания.

### ВОДОРОСЛИ ИЛИ ЛЕДОРΟΣЛИ?

Издавна сложилось представление, что морские льды — это белая безжизненная пустыня. Однако лет 50 назад полярники обнаружили у кромок льдов арктических

морей бурное цветение планктона. Аквалягисты, спускающиеся в полярные моря, отмечают, что нижняя поверхность льда неровная и углубления заполнены сгустками планктона.

Иногда планктон развивается внутри самого льда, его называют ледяным планктоном. Мореплавателям случалось встречать зеленый, красный, даже черный снег и лед. Их окраска объясняется присутствием различных пигментов в клетках планктонных организмов. В арктических морях слои такого живого льда достигают десятков сантиметров, а в антарктических — более метра.

Примечательно, что концентрация организмов у нижней поверхности льда в 10, а то и 1000 раз выше, чем в подледной воде. Во льду водоросли (может быть, правильнее их называть ледорослями?) живут и прекрасно размножаются. Морской лед можно сравнить с самыми высокопродуктивными районами Мирового океана. Морской лед — весьма благоприятная среда обитания фитопланктона, это связано, по-видимому, как с физико-химическими, так и гидродинамическими особенностями границы вода — лед.

### ПРЕСНАЯ ВОДА В ОКЕАНЕ

В океане действительно есть и пресная вода. Люди знали об этом и умели добывать со дна моря пригодную для питья воду еще в очень древние времена. Нырjali с мешками из козьей шкуры, иногда ухитрялись поставить тростниковые трубки так, что пресная вода била ключом над поверхностью моря.

Древнегреческий историк и географ Страбон писал о городе-острове Арадуc (ныне Арвад в Сирии): «Это скала, со всех сторон омываемая водой, застроенная домами. В военное время жители получают воду из канала, расположенного недалеко от города. Этот канал питается многоводным источником. В канал опущено нагнетательное устройство с перевернутой широкой воронкой, сделанной из свинца. Верхняя часть этой воронки сужается в относительно узкую трубку, вокруг прикреплены кожаные мехи. В них через всю систему подается вода из источника. Сначала идет морская вода, но затем начинает поступать пресная».

Со времен Страбона техника получения пресной воды из моря мало изменилась; трубки только делают не из свинца и мешки не из кожи.

Пресные источники на дне морей — это выход грунтовых вод, движущихся из центральных районов суши к морю, где гидростатический уровень значительно ниже. Источник обычно пробивается на стыке водоносного и водоупорного слоев.

Подводные пресные источники обнаружены на земном шаре во многих местах. Особенно много их в горячих и холодных впадинах северного и восточного берегов Средиземного моря, у Багамских островов и Ямайки, у берегов Японии, в Персидском заливе.

Скорость вращения Земли — величина непостоянная, об этом знали еще астрономы прошлого века. С 1955 года скорость вращения Земли регистрируется с чрезвычайной точностью, вплоть до одиннадцатого знака после запятой. Ученым известно, что за последние 300 лет быстрее всего Земля вращалась в 1870 году, а медленнее — в 1903 году. С этого момента до 1935 года скорость нарастала, затем снова стала замедляться.

Чем же вызваны нерегулярности во вращении нашей планеты? Дискуссии на эту тему не прекращаются до сих пор.

Некоторые исследователи связывают такого рода изменения с колебанием уровня Мирового океана. Это предположение, как правило, находило больше противников, чем сторонников. Аргументы «против» обычно сводились к тому, что, для того чтобы замедлить или ускорить вращение планеты, потребовалось бы неправоподобно большое приращение воды в океане. Последние работы, однако, доказывают, что не учтенные ранее факторы делают гипотезу о регулирующей роли вод Мирового океана вполне правомочной.

Из-за таяния льдов уровень воды должен подниматься. Основные ледниковые массивы на Земле — Антарктида и Гренландия, роль остальных ледников пренебрежимо мала (причем вклад Антарктиды примерно в 8 раз больше, чем вклад Гренландии). Из расчетов следует, что накопление льда должно приводить к смещению полюсов Земли. По данным астрономических наблюдений, действительно полюса смещаются, хотя и очень мало, со скоростью 10 сантиметров в год, и направление этого перемещения близко к расчетному.

В этом вопросе очень важным оказалось мнение гляциологов. По их данным, запасы льда в Антарктиде и Гренландии за последние годы сократились, но точно оценить количество растаявшего льда невозможно. Однако расчеты показывают:

для того чтобы оказать влияние на скорость вращения Земли, толщина льда в Антарктиде с 1870 года по 1907 год должна была бы уменьшиться на 25 метров, а затем к 1935 году увеличиться на 15 метров, после чего (вплоть до нашего времени) опять уменьшаться. Усилиями антарктических экспедиций собраны данные о бюджете ледникового покрова. В среднем график зависимости накопленного снега по годам хорошо согласуется с ходом изменения скорости вращения Земли.

К сожалению, ученые не могут непосредственно измерить массу воды в Мировом океане — получить данные о ее изменениях можно только косвенным путем. Известно, что уровень воды в океане с 1900 по 1930 год опустился примерно на три сантиметра, а затем повысился на восемь. Однако уровень воды лишь косвенно говорит о ее массе. Нужно учесть, что уровень океана зависит от солёности и температуры воды (например, если в столбе воды толщиной в 4 километра температура повысится только на 1°, уровень столба поднимется на полметра). Тем не менее ход колебаний уровня воды в Мировом океане совпадает с ходом нерегулярностей во вращении Земли. Но опять же речь идет о качественном совпадении. Теория требует, чтобы в последние годы уровень воды поднялся не на 8 сантиметров, а на 20.

Почему расчет так сильно расходится с наблюдениями? Видимо, потому, что теория выбрала «неудачную» модель вращающейся Земли. Если в нем учитывать, что наша планета неоднородна по своему строению, что под твердой корой лежит более вязкое подкорковое вещество, то расчет оказывается гораздо ближе к данным гидрологов и гляциологов.

**Н. СИДОРЕНКОВ.** Неправильности вращения Земли как возможные показатели глобального водообмена. «Метеорология и гидрология» № 1, 1980.

## ДОМА ДЛЯ АРКТИКИ

Суров климат Арктики: морозы, метели, сильные ветры, пасмурные дни и долгие полярные ночи. К тому же вечномерзлый грунт, который при оттаивании превращается в пльвун — топкую, илстую грязь. Все это создает немало трудностей для проектировщиков и строителей домов в Заполярье. Ветры выстуживают дома больше, чем самые сильные морозы. Поэтому и приходится делать окна с тройными рамами, двери с двойным тамбуром,

для стен применять воздухонепроницаемые материалы. В то же время под зданием необходимо устраивать проветриваемые подвалы, чтобы избежать оттаивания грунта. Жилые помещения оборудуются вентилируемыми шкафами для сушки обуви и одежды, вентиляторами для подачи свежего воздуха и резервным отопительным оборудованием; предусмотрена большая площадь комнат и кухни, чтобы удовлетворить санитарные нормы.



Там, где есть условия для развития строительного производства или доставки морским и речным транспортом готовых конструкций, дома строят из кирпича, крупных блоков и панелей, то есть капитальные, рассчитанные на длительный срок эксплуатации. В отдаленных же районах, куда доставка строительных материалов затруднена, приходится строить сборно-разборные дома — их срок службы до 15 лет. Эти дома изготавливают из крупных панелей облегченного типа, иногда с каркасом из металла, железобетона или дерева. Панели выполняют из алюминиевых листов, водостойкой и огнестойкой фанеры или слоистых пластиков с эффективными утеплителями между ними.

Для людей, работа которых связана с частыми переездами, — изыскателей, рыбаков, охотников, — делают передвижные дома. Например, Киевский научно-исследовательский институт экспериментального проектирования разработал для нефтяни-

ков Тюмени сборно-разборный двухэтажный дом, который можно доставить на место различным транспортом, в том числе и вертолетом. Стены такого дома делают из гофрированного алюминия, их легко и быстро монтировать. Мебель в комнатах — облегченного типа, крепится к стенам и полу, чтобы при перевозке дома ничего не требовалось упаковывать. Отопление — электрическое или водяное. Разработаны типовые поселки с такими домами для нефтяников на 25 и 50 человек.

Душанбинский завод монтажных заготовок выпустил серию деревянных домов, состоящих из двух комнат и подсобных помещений. Стены, полы и потолки утеплены стекловатой. Отопление водяное.

**П. СМУХНИН.** Жилые здания в арктических районах. «Водоснабжение и санитарная техника» № 11, 1979.

## ПРОФИЛАКТИКА РЕВМАТИЗМА

По данным ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), одна из главных причин временной и стойкой нетрудоспособности в большинстве развитых стран — ревматические заболевания. 15—25 процентов тех, кто обращается за медицинской помощью, страдают такого рода болезнями.

А многие даже не подозревают, что больны. Об этом свидетельствуют профилактические массовые осмотры. Больных, не прибегающих к помощи врачей, 30 процентов.

Наиболее тяжелое и распространенное заболевание — ревматоидный артрит. Так, в Японии артритом болеют в среднем 160 человек из каждой 1000 населения, в Австралии — 230, в США — от 170 до 210. А всего заболеваниями суставов в США страдают более 29 миллионов человек.

К ревматическим заболеваниям относятся также системные заболевания соединительной ткани (большие коллагенозы). Это тяжелая болезнь, но в последнее время удается не только сохранять жизнь таким больным, но и возвращать их к труду.

Целенаправленная и научно обоснованная борьба с ревматизмом стала возможной только тогда, когда была установлена ведущая роль  $\beta$ -гемолитического стрептококка в происхождении болезни.

Институтом ревматизма АМН СССР разработана методика бициллино-аспириновой профилактики рецидивов заболевания. Внедренная у нас в стране повсеместно (с 1961—1962 годов) вторичная профилактика привела к подлинному перевороту в течении ревматизма. Число рецидивов болезни значительно сократилось, больные продолжают нормально жить и работать. У нас в стране диспансеризацией охвачено 95 процентов больных ревматизмом,

Специализированная служба включает более 3 тысяч кабинетов, 124 республиканских, областных и городских центра, 8 диспансеров.

В последние годы стало очевидным, что в семьях, где есть больной ревматизмом, заболеть могут члены семьи. Это — следствие как генетического, наследственного предрасположения, так и внутрисемейных стрептококковых контактов. Естественно, что в первую очередь профилактический курс лечения должны пройти родственники больных, особенно молодые. К сожалению, далеко не всегда профилактика бывает своевременной. Примерно одна треть среди взрослых больных выявляется уже с пороками сердца. Нужно учесть также, что у подростков и юношей порок клапанов сердца после первых атак ревматизма наблюдается в два раза чаще, чем у детей.

Установлено, что меры, направленные на борьбу с ревматическими заболеваниями, более эффективны в тех поликлиниках, где есть специальные кардиоревматологические кабинеты.

Ревматология как медицинская наука и специализированная служба выделяется в самостоятельную отрасль. Это означает, что необходима переподготовка кадров врачей-ревматологов, способных оказывать квалифицированную помощь больным, страдающим всеми видами ревматических заболеваний, включая системные заболевания соединительной ткани и болезнь Бехтерева.

**В. НАСОНОВА, Е. МАКСАКОВА, А. БОЛОТИНА.** Научные и организационные проблемы развития ревматологии. «Советское здравоохранение» № 2, 1980.

# ВЕРНАДСКИЙ- ИСТОРИК НАУКИ

Член-корреспондент АН СССР С. МИКУЛИНСКИЙ.

**В**ладимир Иванович Вернадский — великий ученый. Многим это было ясно еще при его жизни. Но еще яснее это становится теперь, спустя почти четыре десятилетия после его смерти. Он не просто обогатил своими трудами обширную область знания, которую ныне называют науками о Земле. Без учения Вернадского о биосфере и биогеохимических процессах, роли живого вещества в жизни нашей планеты сегодня нельзя себе представить этих наук. Вернадский глубже, чем кто бы то ни было, осознал связь между ранее разрозненными науками — геологией, минералогией, кристаллографией, гидрологией, гидрохимией, почвоведением, географией, биологией и всех их — с физикой и химией, необходимость их тесного взаимодействия. Он, как никто, умел видеть проблемы комплексно и глобально.

Казалось бы, творческой работы в пересчитанных областях знания с лихвой хватило бы на множество людей. Но Вернадский был еще и историком науки, и притом таким, что если бы он ничего другого не сделал, то и тогда его имя сохранилось бы в науке.

Знание прошлого, считал Вернадский, имеет большое значение для современной науки:

«Натуралист и математик всегда должен знать прошлое своей науки, чтобы понимать ее настоящее. Только этим путем возможна правильная и полная оценка того, что добывается современной наукой, что выставляется ею как важное, истинное или нужное».

По подсчетам советского ученого И. И. Мочалова, в архивах Вернадского сохранилось около 8 тысяч листов по истории науки. Среди них, помимо подготовительных набросков, выписок, планов, такие крупные монографии — «Очерки по истории современного научного мировоззрения», «Очерки по истории естествознания в России в XVIII столетии», «Академия наук в первое столетие своей истории» и другие работы.

Знание истории науки, по мнению Вернадского, помогает ученому лучше понять настоящее и увидеть перспективу, охватить своим взглядом все поле науки, науку

как живое, развивающееся целое, взаимосвязи ее областей и место своих исследований в ней, осознать роль и назначение науки в истории человечества, ее связи с другими сферами человеческой деятельности. Такие задачи Вернадский стремился реализовать в своем труде «Очерки по истории современного научного мировоззрения» (1902—1903). Этот труд Вернадского, как и другие его работы по истории науки, впервые в полном виде будет опубликован в книге «В. И. Вернадский. «Избранные труды по истории науки», которая в 1980 году выпускается издательством «Наука».

## О РОЛИ СОЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И НАРОДНЫХ МАСС В РАЗВИТИИ НАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Вопрос о развитии науки, ее движущих силах чрезвычайно сложен. Не случайно уже много десятилетий вплоть до наших дней он является главным пунктом острейших споров и идеального размежевания различных направлений.

Заметим, что господствующее положение в буржуазной истории науки занимала концепция так называемого имманентного развития науки, согласно которой наука возникла и развивается как явление чисто духовного порядка, определяемое исключительно внутренними закономерностями движения научных идей. Материально-практическая деятельность общества по преобразованию природы и социальные, культурно-исторические условия или вообще не принимались сторонниками этой концепции в расчет, или в лучшем случае рассматривались лишь как фон, на котором протекает творчество особо одаренных личностей. Окружающая жизнь может благоприятствовать их творчеству или мешать ему, но не играет никакой существенной роли в определении его направления. Эта концепция соответствовала буржуазному сознанию, которое противопоставляет активную, творческую личность, якобы творящую историю, пассивной массе, служащей лишь материалом для нее.

Таким образом, вопрос, о котором идет речь, имеет большое принципиальное научное, методологическое и мировоззренческое значение. Надо сказать, что на глубоком теоретическом уровне он начал



рассматриваться и стал в центре внимания изучающих развитие науки, в сущности, только в 30-е годы нашего века, когда под влиянием работ советских историков науки и философов получила на Западе распространение марксистская концепция развития науки. К тому времени большинство историко-научных работ Вернадского уже давно было им написано. Обращаясь к ним сейчас, мы только убеждаемся в том, насколько и в этой области ученый опережал свое время.

**«Наука,— писал Вернадский,— есть создание жизни... Из окружающей жизни научная мысль берет приводимый ею в форму научной истины материал. Она — гуща жизни — его творит прежде всего.**

...Познать научную истину нельзя логикой, можно лишь жизнью. Действие — характерная черта научной мысли. **Научная мысль, научное творчество, научное знание идет в гуще жизни, с которой они неразрывно связаны,** и самим существованием своим они возбуждают в среде жизни активные проявления, которые сами по себе являются не только распространителями научного знания, но и **создают его бесчисленные формы выявления,** вызывают бесчисленный крупный и мелкий **источник роста научного знания».**

Наука — продукт общества. Но одновременно она является и важным фактором развития общества, роста его производительных сил, культуры. Для Вернадского не было сомнений в том, что наука была порождена жизнью, практической деятельностью людей, что она возникла и развилась под ее влиянием, как ее теоретическое отражение и обобщение. Это он считал главным, определяющим. Но он видел сложность и многоплановость процесса формирования и развития науки и настойчиво стремился постичь конкретные исторические формы, в которых протекал этот процесс. В его «Очерках по истории современного научного мировоззрения» много внимания уделяется роли религиозного сознания в зарождении науки. Тут не было ничего похожего на примитивную формулу, которая сейчас нет-нет да и проявляется во взглядах иных людей, пишущих на эти темы, и выстраивающих «преемственный» ряд — вначале шаманы, затем жрецы, потом ученые.

Выделение науки из других форм духовного творчества требовало, по его мнению, «дерзкого критического отношения к господствующим религиозно-философским или бытовым утверждениям... выйти из (под) влияния религиозных представлений».

Формирование науки, как писал Вернадский, шло независимо в Средиземноморье, Месопотамии, Индии и Китае, в Южной и Центральной Америке. Это не исключало связи и взаимного влияния в определенных областях научных исканий. Но судьбы этого процесса в каждом из названных районов были разными.

Вернадский подробно прослеживает процесс становления науки в Европе в XV—XVI веках в своих «Очерках по истории



Владимир Иванович Вернадский.  
Фото 1901 года.

современного научного мировоззрения». Глубокий анализ огромного фактического материала, несомненно, послужил ему основой для тех принципиальных выводов по вопросу о генезисе науки, которых он придерживался в своих последующих работах — «Из истории идей» (1912), «Научная мысль как планетное явление» (1938), и других.

«Корни нашей современной науки, приведшие к великому подъему XVII века,— утверждал Вернадский,— одинаково зиждутся в технике практиков — в гуще жизни — и в учености образованного общества... Это был медленный стихийный процесс практического освоения природы, и именно он подготовил тот мыслительный материал, а главное, принципиально новый подход к изучению природы, на основе которого в Европе в XVII веке возникла наука нового типа, та, которую мы называем наукой Нового времени, или современной наукой.

«На смену погибавшему мировоззрению шло новое, и его несли люди, имевшие свои корни в незаметно выросших наряду с тогдашними научными организациями формах, основы которых, по существу, логически уже противоречили господствовавшим взглядам... Это люди народной среды, безымянные носители беспорядочной массовой жизни».

Так было, как показал Вернадский в своих «Очерках», с крупнейшими открытиями,

оказавшими определенное влияние на разрушение старого мировоззрения и становление науки—будь то выяснение формы и размеров Земли, изобретение книгопечатания и т. п.

Историко-научные исследования, проведенные после Вернадского, внесли много новых деталей в освещение процесса становления науки нового времени. Однако в главном, в принципиальном исследовании Вернадского не только не утратили своего значения, но приобрели еще большую актуальность.

## О НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЯХ

Понятие «научная революция» не сходит сейчас со страниц историко-научных работ. Но так было не всегда.

После Ф. Энгельса Вернадский, вероятно, был первым, кто так глубоко и ярко раскрыл, что возникновение в XVII веке так называемого современного естествознания было глубочайшей научной революцией, оказавшей огромное влияние на историю человечества. «Наука,— писал он,— с этого времени приобрела значение исторической силы».

Рассуждения Вернадского о характере и важнейших чертах научных революций изложены в статье «Мысли о современном значении истории знаний», написанной в 1926 году.

Научная революция, по Вернадскому — это коренная ломка фундаментальных научных представлений, период «интенсивной перестройки нашего научного мирозерцания, глубокого изменения картины мира», вносящего «коренные изменения в миропонимание нового времени».

Это естественный, закономерный процесс, когда периоды спокойного развития сменяются «взрывной волной научного творчества», когда открываются не тронутые раньше поля исследования.

Трудный вопрос, с которым сталкивается каждый, обсуждающий проблему научных революций, вопрос о соотношении знаний, добытых до научной революции и после нее. На этом вопросе спотыкаются многие. Американский историк науки Кун, написавший специальную книгу о научных революциях, так и не смог удовлетворительно ответить на него. Согласно его концепции, связь между принципами, установившимися в результате научной революции, и знаниями, существовавшими до нее, как бы исчезает. Преемственность хода развития науки нарушается.

Такое понимание научных революций получило довольно широкое распространение. Тем более существенно отметить, что Вернадский решал его совсем по-другому.

«Научная работа этих эпох (то есть научных революций.—С. М.) имеет яркий созидательный, а не разрушительный характер». Старые знания не разрушаются,

но освещаются новым пониманием. Это положение, на наш взгляд, при всей его кажущейся простоте, настолько важно, что, вероятно, было бы правильным назвать его «законом Вернадского» в теории научных революций.

Вторая особенность научной революции, по Вернадскому, состоит в том, что старые знания, сохраняясь в науке, преобразуются согласно новым представлениям и получают новое объяснение, новую интерпретацию. «В период научной революции,— писал он,— строится и создается новое, оно для своего создания часто использует, перерабатывая до конца, старое (подчеркнуто нами.—С. М.). Обычно выясняется неожиданно для современников, что в старом давно уже таились и подготавливались элементы нового. Часто сразу и внезапно это старое появляется в новом облике, старое сразу освещается... Это есть образ созидания, но не разрушения, образ не видного нам раньше, но явно закономерного шедшего процесса, ожидавшего для своего выявления своего завершения».

В. И. Вернадский выделял научные революции — XVII века и XX века. Касаясь научной революции XX века, он писал:

«Сейчас, когда область новых явлений, новых достижений научного творчества охватила нашу научную работу еще в большем масштабе, мы не ощущаем хаоса и разрушения, хотя бы временного. Мы живем в периоде напряженного, непрерывного созидания, темп которого все усиливается. Основным и решающим в этом созидании является открытие новых полей явлений, новых областей наблюдения и опыта, сопровождающееся огромным потоком новых эмпирических фактов, раньше неведомого облика».

Дело не только в том, поясняет ученый, что научная революция XX века привела к открытию новых, ранее неизвестных фактов, но еще и в том, что «логически вероятное заключение часто оказывается нереальным, и, наоборот, явление, шедшее в действительности, оказывается более сложным, чем это представлялось разуму. Рассыпаются идеальные построения разума, и невероятное логически становится эмпирическим фактом».

Эта мысль прекрасно иллюстрируется Вернадским на примере восприятия открытий Ньютона и Эйнштейна. «Мы знаем,— писал Вернадский,— что ньютоновские идеи о силе, действующей «мгновенно» на расстоянии, нарушили все миропонимание ученых XVII и XVIII веков. Потребовалось несколько, около трех, поколений для того, чтобы они наконец вошли в общее сознание, причем огромную роль в этой победе ньютоновских идей сыграла не их логическая сила, а элемент общественного характера — их внедрение в школу, воспитание с детства в духе этих непонятных для эмпирического знания представлений. Выросло поколение, привыкшее с детства считаться как с фактом с тем, что людям,



мысль которых была более независимой, казалось абсурдом. Сейчас, через четверть тысячелетия, мы к ним так привыкли, что нам трудно от них отойти в мир идей А. Эйнштейна. Я думаю, однако, что идеи Эйнштейна легче могли бы быть жизненно поняты противниками И. Ньютона, по сути они менее далеки от них, чем от нас. Отказ от ньютоновских идей является не менее крутым поворотом в ходе научного мышления, чем было их принятие. Он кладет грань между двумя мировоззрениями, как положила такую грань для мировоззрения новых веков и средневековья победа И. Ньютона».

Третья черта научных революций — одновременное появление на протяжении одного-трех поколений не одной, а сразу многих богато одаренных личностей, которые поднимают данную область знаний на огромную высоту и затем долгое время не имеют себе равной замены. Происходит как бы пульсация научной мысли. Вернадский принимал это за эмпирически установленный факт, но объяснить его он не мог.

Действительно, чудо невиданного расцвета древнегреческой культуры, как справедливо писал ученый, когда на протяжении немногих десятилетий были созданы шедевры искусства, литературы, философии, не имеет ничего подобного ни в прошлой, ни в последующей истории этого народа, да и в мировой истории трудно найти ему аналогии.

В конце XVIII — начале XIX веков Франция дала миру большую группу великих математиков. Такого одновременного появления выдающихся математических талантов Франция, по мнению Вернадского, не знала ни до, ни после. В XIX веке Россия на протяжении короткого времени выдвигает первоклассных писателей, которые создали великую литературу. Во второй половине XIX века в России почти одновременно появляется целая плеяда выдающихся ученых, совершивших революционный переворот в ряде областей естествознания. — Д. И. Менделеев, А. М. Бутлеров, И. М. Сеченов, В. О. и А. О. Ковалевские, И. И. Мечников, В. В. Докучаев, П. Л. Чебышев и другие.

Еще один пример. Ученые И. Мюллер, Г. Гельмгольц, Э. Дюбуа-Реймон подняли на огромную высоту физиологию, но после них в Германии не создано ничего равного по значению. Центр развития физиологии надолго переместился в Россию, где опять-таки почти одновременно работали И. П. Павлов, В. М. Бехтерев, Н. Е. Введенский, А. А. Ухтомский, А. Ф. Самойлов, Л. А. Орбели.

Четвертая особенность, отмеченная Вернадским, — необходимость социальных и политических условий, позволяющих проявиться творческому потенциалу. Вернадский полагал, что наличие благоприятных условий само по себе не может вызвать появления талантов, но неблагоприятные условия могут привести к тому, что потенциальные возможности взрыва творчества не проявят себя.

Вопрос о влиянии социальных условий на развитие науки и техники — один из самых сложных в историографии науки. Конечно, условия сами по себе не порождают таланты.

Но их роль далеко не только в том, что они либо заглушают творческие возможности, генетически заложенные в людях, либо позволяют им выжить. Они могут стимулировать их развитие, способствовать их росту, полноте и силе их проявления.

Самое существенное для историка науки — выяснить, каким образом и какими путями осуществляется влияние социальных условий на направление развития науки и теоретико-методологические ее основания. Вернадский мало касался этих вопросов. Но уже сам факт, что он в число условий научной революции включил влияние социальных и политических факторов, показывает глубину и систематичность его взглядов на эту проблему.

## ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ НАУКИ

Историк имеет дело с тем, чего уже нет в реальности. «Сухая запись или документ, — писал Вернадский, — лежащие в основе исторического изыскания, дают лишь отдельное представление о реально шедшем процессе». Мы сказали бы, отдельное представление, так как реальный ход процесса познания неизмеримо сложнее и не может быть во всех своих опосредованиях зафиксирован в документах.

«Прошлое научной мысли, — подчеркивал ученый, — рисуется нам каждый раз в совершенно иной и все новой перспективе. Каждое научное поколение открывает в прошлом новые черты... Случайное и неважное в глазах ученых одного десятилетия получает в глазах другого нередко крупное и глубокое значение». Понимание прошлого по мере развития науки изменяется, прошлое выступает в новом свете. Отсюда Вернадский делает два вывода.

Во-первых, что «история научной мысли... никогда не может дать законченную неизменную картину, реально передающую действительный ход событий» и должна каждым новым поколением изучаться заново.

Во-вторых, «историк сам создает, если можно так выразиться материалы (точнее — предмет. — С. М.) своего исследования, оставаясь, однако, все время в рамках точного научного наблюдения. Поэтому в истории науки постоянно приходится возвращаться к старым сюжетам, пересматривать историю вопроса, вновь ее строить и переделывать».

Это означает, что историки не просто время от времени заново повторяют предшествующие исследования, включая в орбиту внимания новые документы и материалы. Нет. Расширится проблематика историко-научных и историко-технических

исследований, прошлому ставятся новые вопросы. В результате не просто уточняются старые представления о прошлом, но они нередко преобразуются, приобретают новые черты или вовсе изменяются. Историк, таким образом, выступает уже не в роли пассивного регистратора событий, а в роли исследователя, формулирующего вопросы, подлежащие выяснению. Он заново, под новым углом зрения, с определенной целевой установкой прочитывает старый материал о прошлом, мобилизует новые, чтобы получить ответы на новые поставленные им вопросы. В этом смысле он сам создает предмет своего исследования.

Все это не означает субъективности истории науки. Просто и сам историк и читающий историческое исследование должны осознавать, что любое историческое изыскание есть лишь этап в познании действительного хода развития науки.

Например, сотни раз в исторических исследованиях отмечалось совпадение в основных чертах некоторых открытий, сделанных независимо в разное время и в разных странах. Вернадский в «Очерках по истории современного научного мировоззрения» приводит множество таких случаев. «В древних японских хирургических и особенно в гинекологических инструментах видим мы иногда до мелочей повторение того, что было независимо создано в

Европе в эпоху, когда ни о каких сношениях европейцев и японцев не могло быть речи. Древние культурные народы Средней Америки племени майя достигли путем астрономических наблюдений того же летосчисления, как культурные племена Европы и Америки. Их год совпадал точнее с астрономическим, чем календарь уничтоживших их цивилизацию испанцев. Но и здесь все попытки найти сношения между этими столь разными культурами были напрасны. Одинаковые результаты были достигнуты независимо».

Сотни раз историки регистрировали такие случаи. Вернадский же увидел в них материал для изучения структуры научного знания, общих закономерностей развития науки.

«Я пытался,— писал он через 30 с лишним лет,— выяснить структуру науки». Но ведь это совершенно другая задача, чем та, которую решали историки науки, не видевшие другой цели, кроме того, чтобы дать как можно более точное описание событий прошлого.

Историки науки описали множество случаев независимого открытия учеными одних и тех же явлений, законов, зарождения близких идей в разные эпохи и в разных местах земного шара. Но только ли в этом дело историка? «Изучение подобного рода явлений,—писал Вернадский,—несомненно открывает нам общие черты,

## СТРАНИЦЫ АРХИВА В. И. ВЕРНАДСКОГО

Огромен архив В. И. Вернадского. Его материалы хранятся в Архиве Академии наук СССР. Здесь мы расскажем вкратце лишь о наиболее важных его разделах. Это рукописи неопубликованных работ, дневниковые записи и колоссальная переписка.

Юношеские статьи Вернадского поражают разнообразием тематики: 1880 год — «Угорская Русь», 1884 год — «Об осадочных перепонках», 1885 год — «О физических свойствах изоморфных смесей», 1886 год — «Об изменении почв степей грызунами». Далее идут неопубликованные лекции по кристаллографии, минералогии, геохимии, биогеохимии. Наконец, не реализованы до конца идеи большого, задуманного в 1916 году труда под общим названием «Жи-

вое вещество» (14 папок!), в него ученый включил многое, что разрабатывал до конца своих дней.

В дневнике за 1920 год есть такие записи: «Я чувствую в себе силу и вижу, что я могу дать человечеству новые идеи. Имела ли предшественников мысль об автотрофности человечества и стремлении к этому, как к геологическому явлению (то есть к тому времени, когда человек перейдет из состояния существа гетеротрофного — живущего за счет другого живого существа, в состояние автотрофное и будет использовать для жизни энергию Солнца, миную живые организмы. — В. И.)? Надо бороться для этого, так как занять такое положение важно и для русской культуры». И далее запись 27 февраля — 11 марта: «Я ясно стал сознавать, что мне суждено сказать человечеству новое в том учении о живом веществе, которое я создаю...

...это учение может оказать такое же влияние, как книга Дарвина».

Интересна незаконченная рукопись 1936 года «Об основных понятиях биогеохимии». К ней приложен план всей работы. Первым очерком стоит «Научная мысль как геологическое явление», далее — очерки, посвященные биосфере и ноосфере, биогеохимической энергии в земной коре, пространству — времени, логике естествознания и, наконец, «добавление к работе» — «О морали науки» (к сожалению, оно не было написано даже вчерне). Понимая, что за оставшиеся годы вряд ли удастся написать сей грандиозный труд, Владимир Иванович начал публиковать отдельные главы в виде статей и очерков. Из крупных работ, оставшихся неопубликованными, следует упомянуть «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», которую ученый писал с 1937 по 1944 год и считал главной книгой своей жизни, потому что свел в ней воедино свои представления о положении Земли в солнечной системе и об особенностях строения биосферы. Эта работа опубликована в 1965 году.



свойственные научному творчеству, указывает его законы и таким образом заставляет нас глубоко проникать в изучение психологии научного искания. Оно открывает нам как бы лабораторию научного мышления. Оказывается, что не случайно делается то или иное открытие, так, а не иначе строится какой-нибудь прибор или машина».

По методу решения выдвигаемых задач Вернадский различал два типа историко-научных исследований.

Первый — «прагматическое изложение», когда дается строгое и точное описание событий и фактов, теорий, открытий и их временной последовательности. Он высоко ценил такую работу, поскольку она создает фактическую основу, эмпирический материал истории науки. Но таким путем, считал он, можно получить лишь представление о внешней стороне хода развития знаний. Ученый называл этот тип исследований «внешней историей науки», так как он не дает ясного понятия об эволюции развития мысли.

Второй тип исследований ставит задачу выяснения «законов развития мысли человечества».

Вернадский выделял по крайней мере три главных направления, ведущих к решению этой задачи, и руководствовался ими в своих исследованиях.

Первое — сравнительно-генетическое

изучение научных мировоззрений различных эпох. «Из такого сравнительного изучения,— писал он,— можно... вывести закономерность исторического процесса смены и переработки одного мировоззрения в другое».

Второе — изучение структуры науки различных эпох: «Законы развития мысли человечества могут быть поняты только тогда, когда мы примем во внимание не одну главную господствующую струю мысли данного периода, нередко шедшую по ложному следу,— но лишь тогда, когда мы охватим в наше исследование все боковые течения, некоторые из которых шли далеко впереди и вели человеческую мысль по верному пути к намеченной цели».

Наконец, третье — изучение взаимодействия науки с другими формами общественного сознания — философией, религией, искусством, общей культурой, а также с материальной практикой и социальными условиями данной эпохи.

Глубоко вспахивал острый ум Вернадского тогда еще мало обработанную ниву истории науки. Великий русский ученый открыл множество новых полей исследования, и в этом непреходящая ценность его трудов, этим особенно дороги они для нас, даже если не все высказанные в них мысли мы разделяем.

В 1975 и 1977 годах Архив АН СССР совместно с Институтом истории естествознания и техники АН СССР опубликовал две книги Вернадского — «Размышления натуралиста», в которые включены все работы В. И. Вернадского, посвященные пространству и времени в живой и неживой природе, и «Научная мысль как планетное явление». Предстоит еще большая работа — необходимо просмотреть все оставшиеся неопубликованные рукописи, записки и дневники ученого, содержащие много ценных рассуждений и далеких прогнозов на будущее науки.

Чрезвычайно интересна переписка ученого. Формально она насчитывает около двух тысяч русских корреспондентов и более 300 иностранных. Отрадно отметить, что наиболее интересная ее часть — полная переписка Владимира Ивановича с женой, детьми, племянницей. Имеется исчерпывающая переписка Вернадского с А. Е. Ферсманом и Б. Л. Личковым, которая в 1979 году опубликована Архивом АН СССР.

Основная же масса писем — это те, которые были получены Владимиром Ивановичем за долгие годы его

жизни. Все это он бережно сохранял — это богатейший материал как для биографии В. И. Вернадского, так и для характеристики времени.

По письмам корреспондентов В. И. Вернадского, русских и иностранных, можно судить, каким громадным авторитетом и уважением он пользовался среди окружающих.

Приведем несколько выдержек из писем иностранных ученых.

«Я получил недавно Вашу превосходную книгу по геохимии. Читая ее, я забывал на несколько часов все утомление моих бюрократических обязанностей — обязанностей ректора. Ваша книга — одно из самых интересных произведений, которое я знаю за последнее время.» 19.VII.1925 г.

Профессор Ф. ЗАМБОНИНИ, ректор Неаполитанского университета.

«Примите мою благодарность за Ваше любезное письмо, в котором Вы даете согласие на мое предложение перевести Ваше прекрасное произведение (Очерки геохимии.— В. Н.) на японский язык. Мое един-

ственное стремление — распространить Ваши глубокие идеи, содержащиеся в этой книге, среди моих соотечественников». 25.X.1933 г. Профессор Юн-Ичи-Такахаси, Токийский университет.

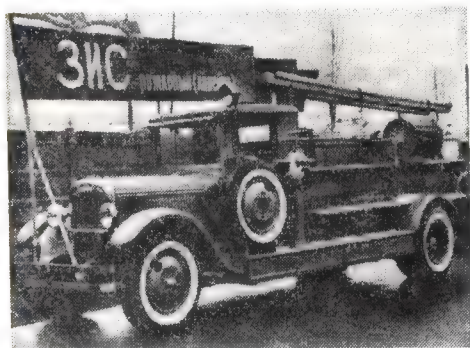
«Благодарю Вас за отклик Вашей статьи, которую я прочел с большим удовольствием. Превращение изотопов под воздействием жизни, как это следует из Вашей статьи,— заманчивая концепция поразительной ценности, она позволяет мне относиться с особым интересом к успеху опытов, которые уже у Вас в руках». 29.VI.1934 г. Профессор М. Шринивасая, секретарь Индийского общества биологической химии (Бангалор).

Нина Владимировна Толль — дочь Владимира Ивановича, как-то сказала, что «отец все умел понимать». И вот это качество, «уметь все понять» создавало вокруг Владимира Ивановича атмосферу уважения, дружбы и полного доверия.

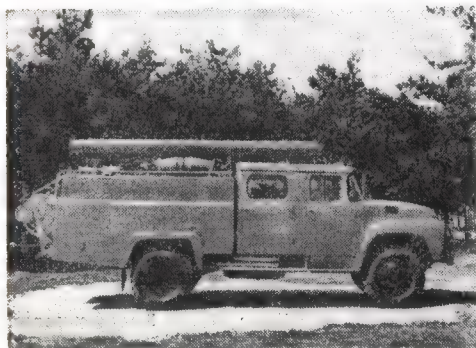
В. НЕАПОЛИТАНСКАЯ, старший научный сотрудник Архива АН СССР.



«Руссо-Балт-Д24-40» (Россия) 1913 г. Перевозил 710 кг пожарного оборудования и десяти бойцов. Машина имела гидропульт, катушку с рукавами длиной 213 м и нераздвижную лестницу длиной 4,26 м. Мощность двигателя 40 л. с. (около 30 кВт). Скорость — 40 км/ч.



ПМЗ-1 (СССР) 1934 г. Базировалась на шасси ЗИС-11. В оборудование автомобиля входило: 3 катушки с рукавами, центробежный насос производительностью 23 л/с и бак для воды на 360 л. Боевой расчет — 12 человек. Мощность двигателя — 73 л. с. (54 кВт). Скорость — 60 км/ч.



АЦ-30-130 (СССР) — современный универсальный пожарный автомобиль на шасси ЗИЛ-130. У него цистерна емкостью 2100 л воды, бак на 150 л для пенообразования, насос производительностью 30—40 л. с., катушка для шести рукавов и другое оборудование. Мощность двигателя — 150 л. с. (110 кВт). Боевой расчет — 7 человек. Скорость — 90 км/ч.

В начале XX века автомобиль только начинал получать распространение, и одним из первых, кто проявил к нему интерес, была пожарная служба. Она остро нуждалась в более быстроходном и мощном виде транспорта, чем гужевой, и не менее надежном. Цистерны с водой, рукава и насосы для ее подачи, лестницы, багры и другое противопожарное оборудование приходилось тогда возить довольно громоздким и не очень скорым конным обозом. К середине двадцатых годов механическая тяга, как тогда говорили, вытеснила в пожарном деле конную. И сегодня в населенных пунктах главным средством доставки пожарных и оборудования для борьбы с пожарами служат автомобили.

Появление первого пожарного автомобиля у нас в стране относится к 1904 году, когда одна из петербургских команд получила со столичного машиностроительного завода «Лесснер» автомобиль-линейку (на 14 человек), в оборудование которой входили лестницы, багры, ведра, топоры. Мощность двигателя машины составляла всего 16 л. с.

На IV Международной автомобильной выставке (Петербург, май 1913 года) Русско-Балтийский вагонный завод представил пожарную машину на шасси грузовика «Руссо-Балт-Д24-40». Ее приобрело Петровское добровольное пожарное общество в Риге. Вслед за ней было изготовлено еще несколько машин; одна сохранилась до наших дней, и ее можно видеть в музее пожарной техники в Риге. Любопытно, что до наших дней дошло немало пожарных автомобилей сорока- и даже пятидесятилетней давности, в то время как их грузовые ровесники уцелели единицами. Дело тут не только в том, что пожарные машины за одинаковое с ними время жизни совершают в несколько раз меньший пробег, а следовательно, имеют во столько же раз меньший износ. Просто для столь ответственной работы всегда брали самые выносливые модели, отвечающие основным требованиям, предъявляемым к пожарным машинам: постоянная готовность и высокая надежность.

Для пожарных машин используются шасси наиболее совершенных по конструкции автомобилей, которые легко запускаются в любую погоду, быстроходны и маневренны, имеют мощный двигатель, необходимый для приведения в действие насоса или выдвижной лестницы.

Как правило, кузов и специальное оборудование монтируют на шасси не автомобильные заводы, а специализированные предприятия, например, «Люкеновальднер Фойерлешгеретевек» (ГДР), «Бахерт» (ФРГ), «ХКБ-Энгус» (Англия) и другие. Некоторые автомобильные фирмы, такие, как



Полимерная молекула белка, живая клетка, отдельный организм и биосфера в целом — все это сложные информационные системы, они воспринимают и передают, создают и запасают («запоминают») информацию. В «информационной деятельности» живого особую роль играют биологические мембраны. Через мембраны клетки общаются друг с другом и с внешним миром. Любой сигнал прежде всего попадает на клеточную мембрану. Всякое внешнее воздействие — это своего рода сообщение, и мембрана не только воспринимает его, но и передает дальше в клетку.

Существует несколько механизмов передачи такого сообщения. Клеточные мембраны — это не сплошные, непроницаемые перегородки. По сложной системе каналов из внешней среды в клетку и в обратном направлении транспортируются заряженные ионы — в первую очередь натрий, калий, кальций — и молекулы самых разных размеров, например, лекарственные вещества. Кроме такого своеобразного химического телеграфа, существует механизм передачи, связанный с жидкокристаллическими свойствами мембраны. Внешнее воздействие может слегка изменить «конструкцию» мембраны, деформировать ее; изменившаяся же кривизна вызывает отнюдь не только местные, локальные эффекты, новая информация передается всей мембране и дальше транслируется во внутренние структуры клетки.

Мембраны перерабатывают большое количество информации. Подсчитано, что при активном транспорте калия через мембрану в организме человека перерабатывается информация, которую можно выразить в битах числом с двадцатью шестью нулями.

Однако для биологических процессов существенно не количество информации, а ее ценность. Определить ценность информации совсем не просто. Судить о ней можно только по результатам, к которым привело принятое сообщение. Очевидно, ценность полученной информации тем выше, чем больше ее незаменимость и избыточность, иными словами, в ценном сообщении содержатся сведения, без которых нельзя обойтись, и при этом в них нет ничего лишнего.

Само понятие «ценность» в теорию информации было введено в последние годы. Наглядно продемонстрировать смысл этого

понятия удобно на примере шахматной игры. Начало партии, белые могут сделать 20 ходов (16 пешками, 4 конями). Все ли ходы одинаково содержательны по качеству информации? Конечно, нет, только 8 из 20 ходов не ведут к заведомому ухудшению позиции игрока. Далее, по мере разворачивания игры число возможных ходов возрастает, доходит до 40—50, но число разумных ходов уменьшается. Иными словами, все большая доля информации становится избыточной, зато ценность разумного хода возрастает. Может возникнуть ситуация, когда останется единственный разумный ход.

Наверное, это звучит парадоксом, но живой организм содержит такое же количество информации, как и кусок горной породы, равный ему по массе. Коренное отличие в том, что в живом содержится именно ценная информация. Весь ход биологического развития — индивидуального и эволюционного — связан с ростом ценности информации. Но в ходе эволюции живое совершенствует и саму способность разбираться в качестве информации, отбирать из всей информации только ценную.

На протяжении многих лет высказываются мнения, что живое способно извлекать информацию из внешней среды, не расходуя на это энергию, то есть не повышая энтропию. Такие представления несостоятельны: за информацию всегда приходится платить повышением энтропии. При этом платить нужно за всякую информацию, как ценную, так и за ту, которая не представляет никакой ценности. В то же время отбор ценной информации не требует никаких дополнительных расходов.

Особенность живого в том, что биологические системы способны отбирать именно ценную информацию, не внося за это особой платы: клеточные мембраны, куда прежде всего попадает сообщение, устроены так, что ненужная информация через них не проходит. Их «конструкция» — липидные слои и встроенные в определенных местах молекулы различных белков — предусматривает прохождение через мембрану молекул или ионов определенного «сорта». Энергетические расходы, связанные с таким рациональным устройством мембран, были уже оплачены ранее на предшествующих стадиях эволюции.

Как сказано в заглавии, за информацию надо платить всегда, но «экономическое преимущество» живого как раз в том и состоит, что средства расходуются рациональнейшим образом. Чем большей степени развития достигла живая система, тем точнее она узнает ценную информацию, не воспринимая информацию, лишенную смысла, ценности для существования системы.

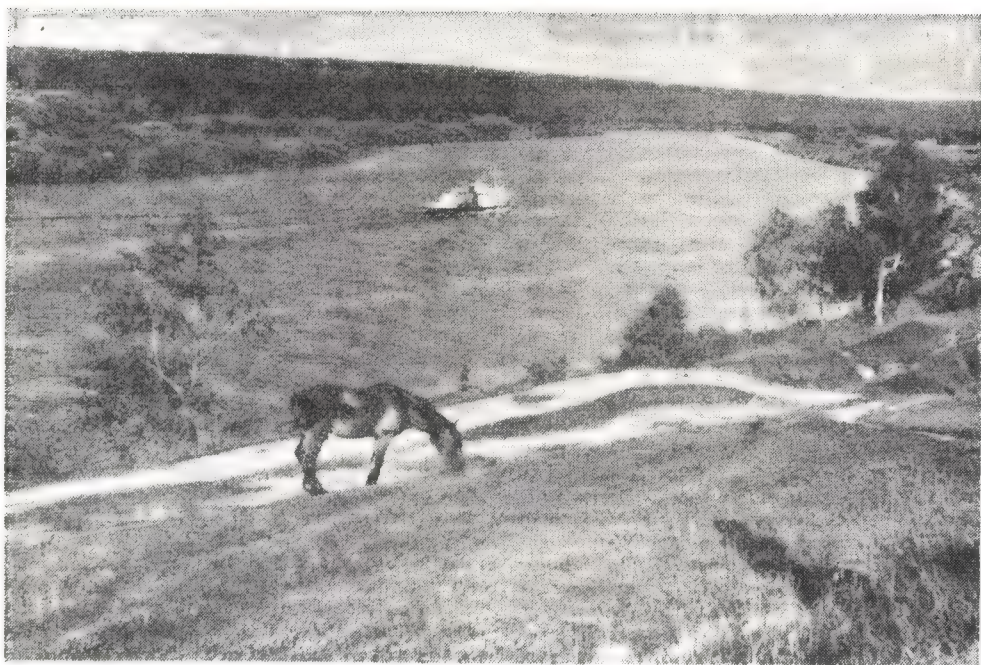
**М. В. ВОЛЬКЕНШТЕЙН.** Теория информации и биологические мембраны. «Доклады АН СССР, биофизика», том 252, № 1, 1980.

## ◀ К 600-летию Куликовской битвы

Рассвет на реке Непрядве. Место переправы Дмитрия Донского на Куликовом поле.

Памятник на Куликовом поле. Архитектор А. Л. Брюллов. 1847 г.

Перед битвой. Горельеф, хранящийся в архитектурном музее Донского монастыря.



## ПУТИ К ГАРМОНИИ

ЧЕТЫРЕ ФРАГМЕНТА ИЗ РАБОТ ИНСТИТУТА ЗООЛОГИИ И ПАРАЗИТОЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК ЛИТОВСКОЙ ССР

Наша страна — родина первой в мире созданной на научной основе и закрепленной законодательно социалистической системы использования, улучшения и охраны окружающей среды. Это неоднократно подчеркивалось в выступлениях депутатов на сессии Верховного Совета СССР, принявшей в июне этого года Законы «Об охране атмосферного воздуха» и «Об охране и использовании животного мира».

«Охрана животного мира обеспечивается путем... предотвращения гибели животных при осуществлении производственных процессов». Так гласит один из пунктов статьи 21 Закона СССР «Об охране и использовании животного мира». Выполнение даже одной этой задачи требует от зоологов глубокого изучения влияния деятельности человека на жизнь четвероногих, пернатых, шестиногих и прочих обитателей планеты. Об одной из таких работ ученых рассказывается в публикуемой статье.

Р. ФЕДОРОВ, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».

### 1. ЭКСПЕРИМЕНТ, ПОСТАВЛЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОГРЕССОМ

З апомнилась история, которую много лет назад услышал в Севастополе, в Институте биологии южных морей Академии наук УССР. При раскопках в античном Херсонесе археологи наткнулись на кучу рыбьей чешуи — кухонных отходов. Конечно же, им захотелось узнать, какую рыбу ловили в Черном море две тысячи лет назад. Обратились к ихтиологам, и те без труда определили — кефаль. Только судя по размерам чешуек она была существенно крупнее нынешней. Сегодня средний размер черноморской кефали — 35 сантиметров, а той, что ловилась в античные времена, — 40. Почему?

А все дело в температуре. Скажем, черноморская хамса — всем известная маленькая рыбка в десять, от силы пятнадцать сантиметров длиной. А в более теплом

Средиземном море она достигает уже двадцати, в Атлантике, у экваториальных берегов Африки, — даже двадцати пяти сантиметров. Там круглый год тепло, и рыба активно питается, нагуливает вес. А у наших черноморских берегов она зимой становится вялой, кормится еле-еле. Или та же кефаль. Ее акклиматизировали в Каспийском море, и там она «подросла», стала крупнее черноморской — достигает полуметра длины. Стада ее кочуют повсюду Каспию и на зиму уходят в теплые воды к южным берегам, продолжая там активно кормиться, набирать вес.

Античная кефаль крупнее нынешней потому, что Черное море две тысячи лет назад было теплее всего лишь на один-два градуса по среднегодовой температуре, но для рыб это существенно.

Одна из тем исследований, ведущихся в Институте зоологии и паразитологии АН Литовской ССР, — влияние тепловодных



сбросов Литовской ГРЭС на рыбное население Электренайского водохранилища. Отталкиваясь в мыслях от той северо-польской истории, ожидал услышать здесь о небывалых по величине лещах и окунях, откормившихся в условиях «субтропического» режима не замерзающего ныне водоема. Однако действительное положение дел оказалось далеким от идиллии. Недаром ведь влияние электростанций называют тепловым загрязнением среды.

За жизнью водоема литовские ученые наблюдают с 1964 года, с момента пуска первых турбин ГРЭС. — рассказывает руководитель работы, заместитель директора института, кандидат биологических наук Юозас Болеславович Вирбицкас. — Реакция рыб на потепление воды сначала была положительной. Существовавшие в то время поколения леща и плотвы росли быстрее, чем в холодной воде. Но очень скоро начали выявляться и неприятные последствия.

Прежде всего стали исчезать холодолюбивые снеток и ряпушка, — ранее они в изобилии водились в озерах, которые были на месте разлившегося возле ГРЭС водохранилища. Резко стала падать численность щуки. Эта рыба мечет икру сразу после того, как сходит лед. Здесь же ее обманывает тепловодность акватории: весна для обитающих в водоеме рыб наступает раньше, чем по календарю. Созревшая для икромета щука идет к берегу, к мелководьям — привычным местам нереста. Однако влияние тепловодных сбросов у берегов менее заметно, чем на глубине, щучьи нерестилища еще подо льдом — икре суждено погибнуть.

Подобного рода неожиданности, по-видимому, становятся для рыб стрессовым фактором. И у плотвы и у леща он приводит к тому, что большая часть рыб остается бесплодной, а приблизительно у трети стада отметили столь необычное явление, как перемена одного пола на другой или же гермафродитизм. Естественное следствие — падение численности и этих видов рыб.

Так выяснилось, что повышение температуры воды в водоемах — охладителях электростанций само по себе не увеличит их рыбохозяйственной продуктивности. Скорее напротив — снизит ее. Здесь, как считают ихтиологи, необходима помощь человека природе, измененной его вмешательством. Проверено, что в теплой воде хорошо растут карп и его родственник с американского континента — буффало, растительные толстолобик и белый амур. Их, по-видимому, и надо вселять в водохранилища, куда сбрасываются отходы тепла ГРЭС и атомных электростанций.

Ученые Института зоологии и паразитологии АН Литовской ССР разработали технологию разведения молоди карпа и растительноядных рыб в теплых водах Электренайского водохранилища. Организация здесь и на водохранилище Игналинской АЭС больших рыбоводных хозяйств позволит снабжать рыбной молодью водоемы республики.

Ну, а что же в конце концов произойдет с местными видами рыб под влиянием

изменившегося теплового режима? Сейчас численность их упала. А дальше? Можно ли полагать, что в конце концов появятся приспособленные к жизни в теплых водах линии той же плотвы, леща и стада этих рыб по численности станут такими же, как прежде, а по общей массе даже большими (ведь в тепле рыба активной нагуливается)? А кормовую базу для них можно было бы сделать богаче, например, за счет вселения каспийских тепловодных рачков — мизид и гаммарид.

Несколько последних лет на Электренайском водохранилище идут уже не просто наблюдения, а генетические исследования рыбных стад. Они позволили обнаружить появление значительного числа мутантов — рыб с измененной наследственностью, в частности со своеобразной биохимией обменных процессов в организме. Быть может, эти особи и дадут начало теплолюбивым породам плотвы и леща? Время ответит на этот вопрос. Пока идет эксперимент. Отнюдь не запланированный биологами, но поставленный техническим прогрессом.

## 2. ПТИЦЫ И САМОЛЕТЫ

Воздушная среда извечно принадлежала птицам. Человек сначала мог только завидовать их полету. Но в конце концов творческая мысль вознесла и его к облакам и в заоблачные высоты. На заре авиации «конфликты» между пернатыми и летательными аппаратами возникали редко: в небе было достаточно просторно. И все же 8 июня 1912 года было зарегистрировано первое трагически окончившееся столкновение самолета с птицей. Произошло это в США, в Калифорнии. С развитием воздушного флота опасность столкновения с птичьей стаей возрастала. Птицы попадают в двигатель, выводя его из строя, разбивают стекла кабин, повреждают обшивку. За каждым таким случаем — вынужденная посадка, ремонт, отмененный рейс, а в сумме — огромный ущерб.

Птицы мешают самолетам. И в Америке попробовали даже близ аэродромов, расположенных вдоль побережья Атлантики, уничтожить колонии чаек — птиц, возглавляющих перечень видов, наиболее часто сталкивающихся с самолетами. Но из этого ничего не вышло. Удобные для пернатых гнездовья и кормовые угодья очень скоро заселялись другими птицами, пришедшими на место уничтоженных. Было ясно, что надо искать другие пути, обеспечивающие мирное сосуществование в небе и пернатых и металлических птиц.

Опасность столкновения в воздухе особенно возрастает в пору весенних и осенних перелетов птичьих стад. Вдоль побережья Балтийского моря протянулась одна из главных их дорог. Орнитологи наших прибалтийских республик издавна следят за пролетными птицами. А необходимость обеспечить безопасность авиационных рейсов заставила ученых глубже заняться этими вопросами.

В Институте зоологии и паразитологии АН Литовской ССР работу по проблеме, которую можно условно назвать «птицы и самолеты», возглавляет молодой биолог М. М. Жалакявичус.

— С 1974 года мы ведем радиолокационные наблюдения. В пору весенних и осенних перелетов, а также летних миграций, характерных для ряда птиц, они у нас ежедневные и круглосуточные, — рассказывает Мечислав Мечевич.

Поначалу верили в старые, классические данные о времени, маршрутах, высоте полета перелетных стай и полагаали, что потребуется лишь немного их уточнить. Прежним наблюдателям, не думавшим о расписании рейсов Аэрофлота, излишняя точность была попросту не нужна. Но вот мы получили новые сведения, и они коренным образом изменили прежние представления. Визуальные наблюдения, естественно, велись лишь в светлое время суток. Предполагали, что по ночам птицы отдыхают. Оказалось, что, напротив, многие виды чуть ли не главным образом находятся в пути именно ночью.

Накопленный за время радиолокационных наблюдений материал о полетах птиц в районах аэропортов Паланга и Вильнюс поддается математической обработке, удается увязать его с погодными условиями и в будущем прогнозировать появление птичьих стай, тянущихся к местам гнездовий или зимовок. Конечно, такой прогноз будет лишь общим, он не отменяет необходимости постоянно следить за орнитологической обстановкой на аэродроме, но говорит, когда надо быть особенно внимательным и летчику, и прокладывающему курс штурману, и диспетчеру, принимающему самолет или отправляющему его в рейс.

— Наряду с метеослужбой на аэродромах должна существовать и орнитологическая служба, — говорит Мечислав Мечевич. — Это мнение не только мое, но всех орнитологов страны, занимающихся проблемой безопасности полетов. Для этого непременно понадобятся специальные радиолокаторы, поскольку имеющиеся предназначаются для других целей и по ряду характеристик не удовлетворяют нас. Между тем нужда в них будет ощущаться на всех аэродромах Аэрофлота. Тем более что на каждом из них, расположенных в различных по климату и по ландшафтам районах, своя, особая орнитологическая обстановка.

Перелетные птицы — лишь одна сторона проблемы. Не меньшую опасность представляют оседлые, те, что постоянно живут в районе аэродрома или прилетают сюда из его окрестностей. Как отпугнуть их от взлетно-посадочной полосы?

Прежде всего стараться не привлекать. Вороны, например, летят к мусорным ящикам, в которые выбрасывают после рейса пищевые отходы. Значит, эти ящики должны быть закрытыми да и убираться почаще. Скворцы и чайки собирают выползающих после дождей на бетонные дорожки червей. Против последних приходится применять химию, протравливая инсектицидами почву вдоль взлетно-посадочных по-

лос. Мелкие зерноядные птицы прилетают кормиться семенами трав, созревающими на зеленом поле аэродрома. Надо вовремя скашивать траву. Причем на определенной высоте — лучше всего оставляя стерню высотой в 30 сантиметров, чтобы птицам было неудобно отыскивать таящихся у корней насекомых.

И все-таки птицы живут на аэродромах. Те, что постоянно живут здесь, по наблюдениям одного из крупнейших наших специалистов по авиационной орнитологии, московского ученого кандидата биологических наук В. Э. Якоби, с самолетами почти никогда не сталкиваются. Однако когда встают на крыло неопытные, необученные молодые птенцы, то опасность становится очень большой.

Но как отпугнуть пернатых? Один из способов — использование «птичьего языка», сигналов опасности, которые подают сородичам те, кто первым ее заметил. Эти крики записываются на магнитофонную ленту, а потом в нужные моменты воспроизводятся и транслируются с помощью громкоговорителей, установленных вдоль взлетно-посадочной полосы.

Здесь свои сложности. Во-первых, надо записать сигналы опасности. Однако птицы даже одного вида, но обитающие в разных географических районах могут «разговаривать на разных языках». Могут. Но орнитологи считают, что в пределах Европейской части СССР врановые, чайки и ряд других птиц скорее всего должны понимать своих сородичей — ведь во время зимовок стаи их смешиваются. Это, бесспорно, облегчит поставленную задачу: собрать максимально полную фонотеку отпугивающих криков.

Второй вопрос: как воспроизводить эти сигналы? На аэродроме в Паланге сначала использовали стационарные громкоговорители. Но двухкилометровую линию проводной связи затруднительно всегда содержать в полном порядке. Кроме того, не исключена возможность, что птицы, слыша сигнал опасности, но не наблюдая реального подтверждения ее существования, со временем перестанут на него реагировать. Более эффективной оказалась передвижная установка, смонтированная на ярко окрашенной автомашине. Она-то и была для пернатых зримым подтверждением опасности, о которой «по-птичьи» кричали громкоговорители.

### 3. ЗАПАХИ — ЭТО «ЯЗЫК»...

Наш технический век ставит нас перед необходимостью изучать «языки» животных, систему сигналов, которые управляют их поведением. А это не только акустические сигналы. Очень распространены в животном царстве сигналы химические. Например, у рыб. Лососи и некоторые другие проходные рыбы не идут на нерест в реки, загрязненные стоками целлюлозно-бумажных предприятий. Не идут, оказывается, и тогда, когда эти загрязнения невелики, вполне укладываются во все санитарные нормы и не представляют опасности для рыбьей жизни.



Ученые предполагают, что в этих стоках есть какие-то вещества, которые отпугивают рыб, делают реку словно бы запретной для них. Какие именно? Это и предстоит выяснить, чтобы направленно очищать сточные воды. А кроме того, их, вероятно, можно будет использовать для управления рыбными стадами — например, отпугнуть идущую на нерест рыбу от бушующего водопада плотины и заставить пойти по струе чистой воды в рыбхоз, поднимающий в верхний бьеф, или оградить химическими сигналами места забора воды для полива и предупредить гибель мальков в насосах, на поливных чеках...

Работа по изучению химического «языка» рыб у литовских зоологов только начинается: поставлена задача, и идет поиск путей решения.

А вот химические сигналы, посылаемые шестиногими, изучаются уже вполне успешно.

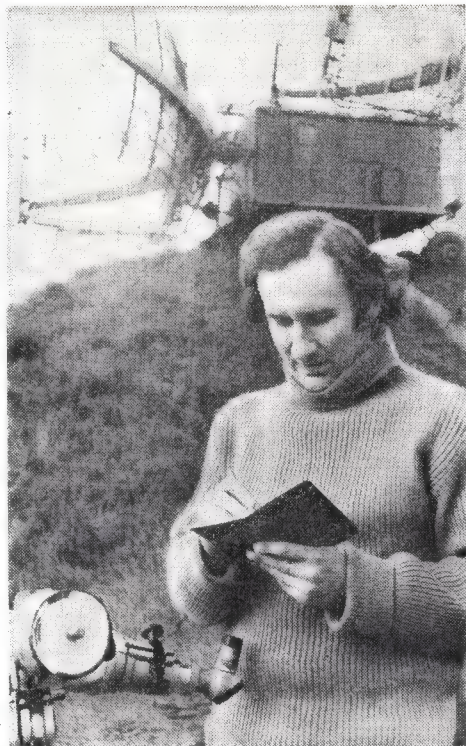
— Обстоятельно исследуются у нас два их вида, — рассказывает руководитель лаборатории хеморецепции насекомых кандидат биологических наук Альгирдас Винцевич Скиркявичус, — яблонная плодоярка и медоносная пчела.

Личинка яблонной плодоярки знакома каждому из нас — мы с неприязнью обнаруживаем ее порой в червивом яблоке. Химическая борьба с этим вредителем достаточно эффективна. Но общеизвестны и недостатки ее: постепенное привыкание насекомых к тем или иным препаратам, образование устойчивых рас вредителей. А главное, гибель при химических обработках множества безобидных и даже полезных шестиногих.

Директор института кандидат биологических наук Пятрас Альфонсович Заянчкаускас называет такие цифры:

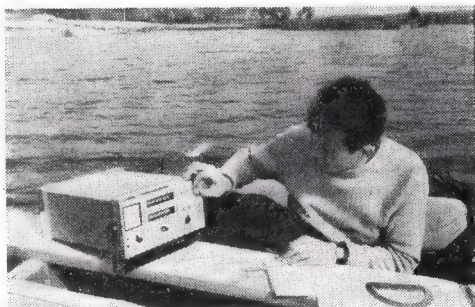
— Из 14 тысяч видов насекомых, встречающихся на территории Литвы, особо опасных вредителей лишь несколько десятков. В общей сложности «вредными» — с известной натяжкой, ибо ущерб, приносимый большинством из них, ничтожно мал, — можно считать не более двух тысяч. Остальные в той или иной степени полезны. В садах, например, обитает более тысячи видов полезных насекомых. При химических обработках от сорока до шестидесяти процентов их погибают.

Пятрас Альфонсович показывает диаграммы, на которых красный, синий и зеленый столбики означают численность обитающих в саду насекомых. Красный — основной вредитель, садовая моль. Синий — вредители второстепенные, среди которых пяденицы, шелкопряды и другие. Зеленый — «враги наших врагов», энтомофаги: бракониды, хальциды, ихнеомониды. Первая триада столбиков показывает первоначальное, до вмешательства человека, соотношение сил. Вторая — после химической обработки сада — против моли. Численность ее резко упала, но вместе с нею пострадали и энтомофаги — их почти не осталось в саду. А вот бывшие второстепенными вредители погибли лишь в незначительной степени и стали теперь главными врагами сада.



Орнитологи, наблюдая за птичьими полетами, используют и телескоп и радиолокатор. На снимке — руководитель группы орнитологической лаборатории М. Жалакявичус.

Сигналы эхолота и телеметрические приборы позволяют проследить перемещения рыбных стад и исследовать закономерности их поведения. На снимке, сделанном на Электренинском водохранилище, — старший научный сотрудник института ихтиолог А. Астраускас.



Третья триада столбиков рисует картину следующего за химобработкой года: численность основного вредителя опять-таки достигла почти первоначальной величины, выросло и «поголовье» бывших второстепенных вредителей, которые стали теперь не менее опасными, чем основной. А вот энтомофагов по-прежнему мало, химическая борьба наиболее губительным образом отождествилась именно на них. Теперь нет никаких надежд на восстановление естественного равновесия сил, и человек вынужден вновь



и вновь прибегать к помощи химии, иначе не будет ни плодов, ни даже самого сада.

Значительно благоприятнее складывается ситуация, если заменить химические методы борьбы с вредителями микробиологическими препаратами. Последние действуют избирательно: соответственно подобранные штаммы бактерий поражают только вредителей. Другая серия диаграмм, которые демонстрирует П. А. Заянчкаускас, показывает динамику численности «красных», «синих» и «зеленых» в ходе применения микробиологических методов борьбы. «Зеленые» не тронуты. Погибли лишь вредители. Правда, это обстоятельство не проходит бесследно и для энтомофагов — меньше стала их кормовая база, а потому снижается и их численность. Но все равно она оказывается вполне достаточной, чтобы и в последующий год сдерживать натиск вредителей...

Работы лаборатории хеморецепции насекомых открывают, по сути, еще один путь избирательной борьбы с насекомыми-вредителями. Известна, например, химическая формула полового феромона яблоневой плодожорки — вещества, запах которого привлекает к самке этой бабочки самцов. Химики могут синтезировать его. И, подавая такой ложный сигнал запахом, можно заманить в ловушки самцов со всего сада и его окрестностей и тем самым обречь самок на бесплодие. Подобные сигналы помогут узнавать численность и других интересующих земледельца видов насекомых и заранее определять, нужно ли применять меры (и какие именно) по защите от них полей и садов.

Однако на практике все не столь просто: поманил самцов запахом, и они все слетелись в ловушку. Надо ведь знать, например, сколько взять феромона, какой силы должен быть сигнал, чтобы насекомые, в первую очередь, услышали его на значительном расстоянии, а во-вторых, не испугались, полетев ближе, излишне большой его силы.

Надо также знать устройство обонятельных рецепторов шестиногих и механизмы их действия. Наилучшим объектом для этих исследований оказываются пчелы — насекомые с достаточно сложным общественным устройством, которому соответствуют их нервная система и совокупность поведенческих реакций. Вместе с тем литовские ученые изучают также некоторые феромоны, управляющие этими реакциями. Например, маточный. Он выделяется маткой и постоянно разносится рабочими пчелами по всему улью. Это весть о благополучии царицы гнезда. Если по какой-либо причине весть перестанет доходить до работниц, они примутся расширять некоторые из обыкновенных ячеек, в которых должны были вывестись рабочие пчелы, и по-особому кормить находящихся в них личинок — выращивать новых маток. В исследовании маточного феромона тоже видится практический смысл. Ведь если удастся заставить матку увеличить выделение его или добавлять в улей капельку синтетического, то это позволит при надобности укрупнять семьи.

Искусственное управление поведением насекомых (как и других животных) — цель желанная, но еще не достигнутая. Между тем ряд неприятных побочных явлений, которые сопутствуют применению химических методов борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур (в том числе и — необходимости, как это следует из диаграмм П. А. Заянчкаускаса, постоянно наращивать объем химобработок), заставляет искать им замену. Одна из альтернатив, которую выдвигают литовские ученые, — рациональная организация агроландшафта, позволяющая ему справляться с вредителями своими силами.

Не менее активными, чем энтомофаги, помощниками земледельца могут быть птицы. П. А. Заянчкаускас называет впечатляющие цифры: литовские орнитологи подсчитали, например, что все зяблики, обитающие на территории республики, поедает за год (точнее, за весенне-летне-осенний сезон, на зиму они улетают в более теплые края) почти 780 тысяч тонн семян сорных растений и свыше миллиона тонн насекомых, среди которых более двадцати видов — опасные вредители сельского хозяйства. Или такие: пара полевых воробьев, выкармливающих птенцов (они сидят в гнезде семнадцать дней и требуют не зернышек, а «мясной» пищи — насекомых), 300 раз за сутки вылетает за добычей... Отсюда напрашивается вывод: чтобы защитить поля и сады от вредителей, а отчасти и от сорняков, надо привлекать в них птиц. Но как это сделать?

— Путем экологически рациональной организации сельскохозяйственного ландшафта, — считает доктор биологических наук М. И. Валюс, ведущий лабораторией орнитологии.

В первозданной, не тронутой деятельностью человека природе, по сути, нет насекомых-вредителей. Травоядные питаются себе травой, и это, в общем, не мешает зеленеть лугу, шуметь листвою лесу. Масовые, катастрофические всплески численности того или иного вида шестиногих редки. Отчасти потому, что чрезмерно плодятся травоядным мешают их естественные враги — хищные насекомые, а также птицы. Иное дело на больших массивах, сплошь занятых посевами сельскохозяйственных культур. Травоядным, зерноядным и прочим здесь вдоволь пищи, а условия для размножения энтомофагов порой, напротив, ухудшены. Мало в поле и насекомоядных птиц, которые, как правило, гнездятся в лесу, на деревьях и в кустарниковых зарослях. В период выкармливания птенцов родители добывают им пищу в радиусе 300—400 метров от гнезда. И, если поле велико, редкая птица долетит до его середины...

Конечно, для машинной обработки полей большие массивы удобнее и экономичнее. Мелиораторам также легче вести работы на больших площадях по единой технологии, выравнивая пригорки и болотистые понижения, вырубая островки деревьев и





кустарников. Может быть, это и оправданно в равнинной местности, но и там желательно стремиться к сохранению естественного гидрологического и биологического равновесия — оставить, где необходимо, куртину деревьев и кустарников, болотистую низину. В холмистых же местах — а именно такой ландшафт преобладает на значительной части территории Литвы — сплошная распахка больших просторов даже опасна, может привести к эрозии почвы.

Как раз такие неудобные для мелиорации земли занимает колхоз Обелия Алитусского района: холмы и ложбины, озера, пестрый почвенный покров. Ученые Института зоологии и паразитологии АН Литовской ССР избрали их как бы своим опытным участком, разработали проект землеустройства, указав, какие участки целесообразно отвести под посевы, какие — под пастбища и сенокосы и где необходимо оставить или даже насадить деревья и кустарники — убежища и места гнездовий пернатых. Птиц, по их мнению, следует даже специально привлекать сюда, развешивая скворечники и дуплянки.

Под проектом солидный теоретический фундамент, долголетнее изучение роли птиц в литовских агроландшафтах. И если проект будет осуществлен, то, убеждены ученые, на землях колхоза практически никогда не возникнет нужды в применении ядохимикатов для борьбы с вредителями полей и садов. А значит, будут чистыми воды голубых озер, они останутся изобильными рыбой, всегда привлекательными для водоплавающей дичи. Лесопосадки по берегам ручьев и малых рек сохраняют и умножат их полноводность.

Есть здесь и другая сторона: такое экологически грамотное обустройство земли сохраняется вместе с тем первозданную, привычную сердцу сельского труженика, живописность пейзажа. Думается, это немало важно и для решения такой злободневной проблемы, как закрепление кадров на селе,

Научные сотрудники лаборатории хемотропии насекомых Г. Вайткявичене, кандидат биологических наук З. Скирнявичене и заведующий лабораторией кандидат биологических наук А. Скирнявичус просматривают элентроантеннограммы — запись сигналов, принятых усиками-антеннами насекомых при действии на них феромонов. Такой анализ обонятельной чувствительности шестиногих позволяет составлять оптимальные пахучие смеси, эффективно заманивающие вредных насекомых в ловушки.

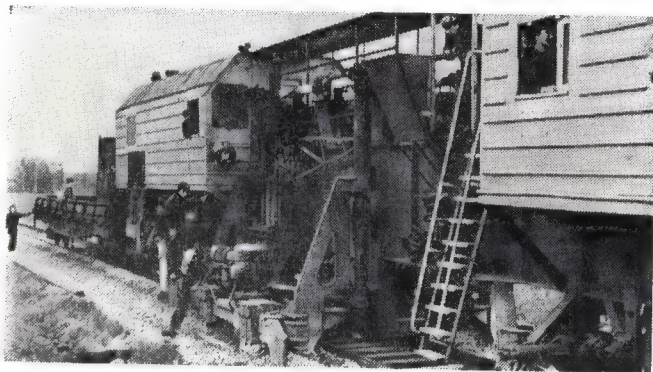
**С**толь разные на первый взгляд исследования литовских ученых, о которых рассказано в статье, объединены одним внутренним стержнем — поиском пути к гармонии человеческих свершений и природы, среди которой мы живем и трудимся.

Быть может, вам приходилось, гуляя в белоствольных рощах, удивляться тому, как иной раз растут березы — по две, по три из одного корня.

Такие рощи поднялись на месте вырубленных сеяных «одноствольных» березняков. «Пневая поросль», — говорят лесники об их происхождении. Каждый пенек на вырубке выбросил несколько новых побегов. Корни заботливо питали их минерализованной влагой. Прошел десяток-другой лет после лесозаготовок, и вот уж природа, лес сумели залечить рану.

Однако бывает и по-другому. Глубокая борозда, неграмотно или небрежно проложенная плугом на степном склоне, порвавший травяную дернину след автомашины размываются дождями и талыми водами, дают начало оврагу. Чем глубже он, тем больше иссушаются влагоносные подпочвенные слои и тем неудержимее растет он вширь. С такой раной земля не справится сама...

Человек не сможет не трогать первозданную природу. Но он обязан понимать ее законы, ее возможности и относиться к ней с максимальной бережливостью. Суть нашего создающего труда должна сводиться к тому, чтобы «облагораживать природу, помогать природе полнее раскрывать ее жизненные силы».



### ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ АВТОМАТЫ

Впервые в практику содержания железных дорог в нашей стране внедрена группа технологически связанных тяжелых машин непрерывного действия. Эти машины пригодны не только для текущих и капитальных ремонтов пути, но и строительства новых стальных магистралей.

Группа состоит из щебнеочистительной машины, двух путеукладочных кранов для разборки старого и укладки нового пути, хопперов-дозаторов строительных материалов и многоцелевой машины «ВПО-3000», которая выправляет путь и проделывает все необходимые отделочные работы.

«ВПО-3000» (см. фото на обложке журнала) применяется во всех видах ремонта и строительства путей с любыми типами рельсов, шпал, креплений и балласта.

В процессе работы эта машина специальными вибраторами непрерывно обжимает балластную призму пути со стороны торцов

шпал так аккуратно и плотно, что отделанный участок можно эксплуатировать без обычного для нового пути ограничения скорости проходящих поездов.

Управление машиной — автоматическое, по заданной программе. Рабочая скорость — 2 километра в час.

### ПОРТАТИВНЫЙ ВЛАГОМЕР

Сотрудники ВНИИ механизации сельского хозяйства в содружестве со специалистами специального конструкторского бюро «Проект-прибор» в городе Кутаиси разработали малогабаритный влагомер для зерна. С помощью этого прибора — его размер  $20 \times 20 \times 9$  сантиметров — устанавливаются режимы работы зерноочистительной и сушильной техники, формируются партии зерна и контролируется влажность зерна в хранилищах.

Производство портативного влагомера налажено в Московском производственном объединении «Манометр».

### СЛУЖБУ НЕСЕТ АНТИЧАСТИЦА

В процессе закалки сталь претерпевает так называемое мартенситное превращение, когда перестраивается кристаллическая решетка металла, но при этом атомы не обмениваются местами, а лишь слегка перемещаются друг относительно друга. Перемещаются они на расстояния, не превышающие межатомные. Получение высокопрочной мартенситной структуры и есть основная цель закалки.

Для металлословесов особый интерес представляют ранние стадии фазовых превращений, так как именно на этом этапе формируется структура решетки, которая определяет свойства сплавов. Чтобы разобраться в том, что происходит в самом начале мартенситного превращения, приходится преодолевать значительные экспериментальные трудности, так как на этой стадии в кристаллической решетке металла особенно много дефектов. Чаще других встречаются дислокации, когда нарушено правильное чередование атомных плоскостей. Чтобы представить себе, что такое, например, краевая дислокация, вообразите множество книжных полок, равноудаленных друг от друга. «Дислокация» в такой упорядоченной структуре полок означает, что одна из них короче своих соседей. Если одна из кристаллических плоскостей обрывается внутри кристалла, то край этой «лишней» плоскости образует краевую дислокацию.

Для изучения ранних стадий мартенситных превращений был использован метод аннигиляции позитрона — этот процесс происходит при встрече позитрона с электроном, и аннигилировавшие, или проще говоря, исчезающие частицы рождают при этом квант электромагнитного излучения. В металлах и сплавах позитрон живет до момента встречи с электроном кристаллической решетки. В идеальном кристалле время жизни позитрона было бы всегда постоянным, так как там распределение электронов по решетке неизмен-



конепроницаемыми акустическими облаками. В то же время при самой густой мгле, при очень пасмурной погоде атмосфера прозрачна для звуков. Более того, в этих условиях звуки могут распространяться на расстояния чуть ли не вдвое больше, чем в ясную погоду. Это объясняется тем, что при тумане воздух обычно бывает однородным.

Сторонники противоположной точки зрения — а она господствовала одно время — утверждали, что волны звука отражаются от поверхностей маленьких капелек воды, составляющих мглу и туман, и не проходят вперед.

Туман действительно состоит из огромного количества чрезвычайно малых капелек воды — их диаметр иногда меньше 0,001 мм. Но они, как правило, равномерно распределены в атмосфе-

ре и создают сравнительно плотную, но однородную и непрерывную среду. Что касается рассеяния звуковых волн на мельчайших частицах (типа снежинок, капелек тумана или частиц дыма), то было теоретически доказано, что оно крайне мало в однородной среде. Это хорошо подтвердили опыты в стеклянном ящике, который заполнялся густым дымом смолы, плотным пороховым дымом, или просто сплошным облаком пара из парового котла — столь высокой плотности пара никогда не бывает в натуральном облаке на небе. Во всех случаях звук проходил из конца в конец длинного ящика без малейшего ослабления. Но при одном неизменном условии: температура во всем объеме ящика должна быть одинаковой.

Проводились не менее интересные опыты с пропуска-

нием звука через толстые слои шелка, фланели, байки, войлока, которые для света совершенно непроницаемы. Кроме того, создавался «дождь» при помощи водяных капель, песка, семян, отрубей и разного рода хлопьев: через все эти вещества, так же, как и через настоящий дождь, град и снег, звук проходил без заметного ослабления.

В свое время Тиядаль с горечью писал: «Предрастущее, будто дурная погода представляет препятствие для распространения звука, был одной из причин, задерживавших устройство звуковой сигнализации для предотвращения кораблекрушений в тумане». Это один из примеров того, как ошибочные взгляды или не решенные до конца научкой практически важные вопросы обходятся человечеству очень дорого.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### БЕЛОСНЕЖКА И СЕМЬ ГНОВ

С тех пор как Белоснежка поселилась у гномов, у нее очень много работы: каждому она ежедневно готовит его любимое блюдо, а гномы каждый день по очереди помогают ей заниматься хозяйством. За столом все гномы сидят на постоянных местах. У каждого свой любимый напиток, а посуду украшает свой цветок. Все гномы носят разную обувь и одежду разного цвета. Каждый ухаживает за какой-либо зверюшкой, птичкой или рыбками.

Теперь посмотрим, что мы о них знаем.

1. Напротив Белоснежки сидит Кико. Так зовут гномика, у которого живет ежик. Кико дежурит по субботам.

2. Тико в зеленом колпаке, он носит сандалии и держит птицу.

3. Гном Тото сидит справа от Белоснежки, у него на стакане с любимым какао нарисована роза.

4. Один из соседей по столу гнома Коко пьет воду, у него нет попугая.

5. Любитель пирога с маком, который по утрам пьет чай, занимает место за столом напротив гнома в белой курточке.

6. Гном в коричневых штанишках на своих тарелках имеет изображение незабудки, а гном, у которого на посуде лилия, помогает Белоснежке по вторникам и не любит блинов.

7. Тато сидит напротив Кото, он разводит аквариумных рыбок.

8. Гном в темной рубашке любит ситро, а тот, кто любит кофе с молоком, носит тапочки.

9. Цветок Коко — тюльпан, а у гнома Кито — маргаритка.

10. Тато дежурит по средам, а гномик в ботинках дежурит по четвергам.

11. У Кото нет рыбок, а гномик, пьющий черный кофе и не сидящий на стороне Тото, держит золотых рыбок.

12. Кико сидит посередине. Около Тато сидит Тико, он не любит ни молока, ни кофе.

13. Гном в мокасинах имеет рыбок-неонов, а тот, кто носит тапочки, дежурит по понедельникам.

14. Канарейка живет у гномика, любящего блины.

15. Гном в черном колпаке любит голубцы, он не дежурит по субботам.

16. У гнома в лаптях на тарелке нарисован мак, а тот гном, на посуде которого фиалка, содержит птичку и не любит холодец.

17. Гном в синих шароварах дежурит по пятницам, а гном, который любит уху, имеет аквариум и дежурит по воскресеньям.

18. У гнома, который любит гуляш, живет кошка, а хозяин собаки любит жареное мясо и не пьет какао.

19. Гном, любящий молоко, сидит посередине. Сосед Тато не носит полуботинок.

20. Гном Тото одет в красную рубашку, он не имеет ни птичек, ни рыбок.

21. Гном с самой длинной бородой носит сапоги.

В каком порядке сидят гномы за столом? Кто что ест, пьет, какого цвета носит одежду, каких животных содержит, какой цветок имеет на посуде, какую обувь носит, когда дежурит?





## КАК ФОТОГРАФИРОВАТЬ СПОРТИВНЫЕ СОСТЯЗАНИЯ

На снимке показан момент соревнований по плаванию. Снимок сделан с удаленных трибун объективом с фокусным расстоянием 28 мм (аппарат «Горизонт»). Правильная экспозиция и обработка пленки дали резкость, позволяющую увеличить любую сюжетно важную часть кадра до размера 24х30 см.

На трибунах спортивных арен среди зрителей всегда находится немало фотолюбителей, которые приходят не только смотреть, но и снимать захватывающие моменты состязаний. Для них мы рассказываем, как вести спортивные съемки, как использовать максимальную разрешающую способность объектива, правильно подобрать фотопленку и обработкой повысить ее чувствительность, расскажем о получении негативов, пригодных для сверхбольшого увеличения, и о других волнующих фотолюбителей вопросах.

А. ВОЛГИН.

**С**итуация в спортивных состязаниях меняется мгновенно и редко повторяется. Поэтому фотосъемка спорта требует умения предугадать событие и в нужный момент сделать снимок. И здесь, как нигде, требуются оперативность и хорошая быстрота реакции. Кроме трудностей, связанных с характером спортивной съемки, приходится считаться с тем, что фотограф на стадионе, как правило, привязан к месту, указанному во входном билете, и не может по своему желанию выбрать нужную точку. Нередко у него нет времени сменить объектив на камере. И тем более нет возможности повернуть спортсмена к свету. Вот почему съемка спортивных состязаний предъявляет особые требования к фотоаппаратуре и пленке.

Быстротечность спортив-

ных событий предполагает использование аппаратов с быстрым взводом затвора. Наиболее благоприятны в этом смысле камеры с курковым взводом. Удобна новая компактная камера «ЛОМО-135» с пружинным приводом, дающая возможность сделать 8 снимков подряд. Для того, чтобы запечатлеть быстрое движение, потребуются высокие скорости затворов — до 1/500 с. Желательно также иметь камеру со сменными объективами.

Наиболее полно поставленным требованиям удовлетворяют камеры с зеркальным видоискателем. Например, аппарат «Зенит». С большим успехом можно использовать дальномерные фотоаппараты. Их применение несколько ограничивается лишь отсутствием для них объективов с фокусным расстоянием более 135 мм.

Камеры с жестковстроенным объективом («Смена», «Вилия», «Сокол») пригодны в основном для съемки общих планов. Однако при правильной технике съемки и обработке пленки с негативов, снятых этими камерами, удастся сделать большие увеличения хорошего качества. Это позволяет вычлени из кадра любую его часть и увеличить до нужного размера. Заметим, что некоторые фотографы-профессионалы работают преимущественно камерой с одним объективом, например, известный французский фотограф Кортье-Брессон, работы которого экспонировались на выставках в Москве, делает снимки основным объективом с фокусным расстоянием 50 мм.

Большими преимуществами в спортивных съемках обладают среднеформатные камеры 6х6 см («Любитель», «Салют» и т. д.). Они позволяют обходиться одним объективом в тех случаях, когда обладатель узкоформатной камеры вынужден применять три объектива с фокусным расстоянием 37 мм, 50 мм и 135 мм. Связано это с тем, что с основным 75—80 мм объективом при съемке получается примерно тот же угол зре-



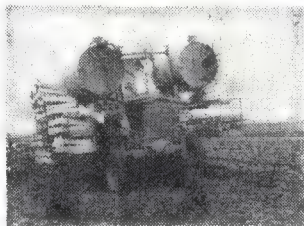
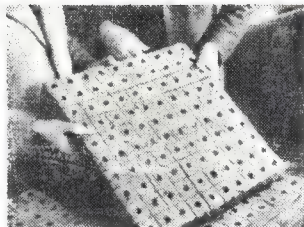
## КАК ВЫРАЩИВАТЬ РАССАДУ

Автоматика, машины уже давно заняли важные позиции в сельском хозяйстве. Они заменили человека даже там, где, казалось, это невозможно. Например, при сборе винограда и даже при сборе такой нежной ягоды, как облепиха.

Но есть работа, которую никак не удавалось поручить машине. Это пикировка рассады, когда каждое растение нужно брать рукой и пересаживать в торфоперегнойный горшочек. А растений — миллионы. Здесь ничто, по общему убеждению, не способно заменить человеческих рук.

А что если вообще избавиться от пикировки? Что если как-то высаживать растения в грунт не каждое отдельно, а группами?

Такую идею предложили и осуществили ленинградские овощеводы вместе с сотрудниками НИИ торфяной промышленности. Была сконструирована машина, которая изготавливает тор-



фоблоки — плиты, начиненные веществами, необходимыми для питания растений. В плите делают лунки, а затем в дело идет ручная пневматическая сеялка. Работает она в компании с... пылесосом. Вилку сеялки подносят к разложенным семенам и включают пылесос. Создается разрежение, и семена присасываются к сеялке — к каждой вилке одно семечко. Затем вилки сеялки опускают в лунки торфоблока и выключают пылесос. Семена падают прямо в подготовленное для них ложе. Их присыпают песком, чтобы они не всплыли при поливке, и все сооружение помещают в теплицу.

Когда же приходит время высаживать рассаду в грунт, это делает посадочная машина, которая просто выкладывает торфоблоки на подготовленное поле.

Беспикировочный способ выращивания рассады огородных культур дает весьма ощутимую экономию времени и денежных средств.

«Наука и техника» № 11, 1980 г.

## ИНФРАЗВУКУ — БАРЬЕР

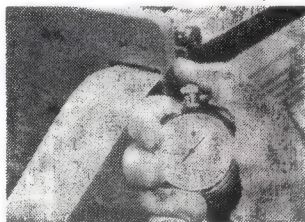
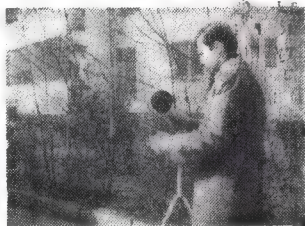
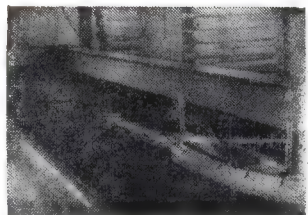
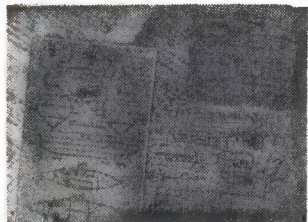
Инфразвук — сверхнизкочастотные звуковые колебания, частота которых лежит за нижним порогом слышимости, то есть составляет менее 16—20 герц.

В НИИ строительной физики и в НИИ гигиены исследуют воздействие инфразвукового излучения на человеческий организм и, так как оно не безразлично, ищут методы защиты от этого воздействия.

Уже сконструированы первые приборы, защищающие от инфразвука. Так, в Ленинградском институте железнодорожного транспорта созданы глушители для компрессоров, которые гасят низкочастотные звуковые колебания. В НИИ строительной физики завершается работа над созданием специальной перегородки, которая надежно изолирует помещения от инфразвука. Над разными конструкциями звукопоглотителей работают и на кафедре акустики МГУ.

Кстати, в закрытом помещении инфразвуковые колебания даже не очень высокого уровня могут усиливаться за счет резонансных явлений и вызывать сердцебиение и головную боль.

«Наука и техника», № 11, 1980 г.



# ПРИЗРАК НА ВЕСАХ

или рассказ о том, как взвешивали

невесомое нейтрино

Р. СВОРЕНЬ, специальный корреспондент журнала «Наука и жизнь».

В процессах распространения информации можно, видимо, выявить нечто похожее на закон Ома: информационный поток тем сильнее, чем интересней сами сведения, выше их, так сказать, интересодвижущая сила; и чем больше внимания проявляется к данной теме — больше интересопроводность человеческой среды. На этот раз развитию процесса способствовало и то и другое, а посему новость мгновенно стала достоянием широкой публики, с высокой скоростью вышла на страницы крупнейших газет. В те дни разговор людей, причастных к физическим наукам, непременно сворачивал к сенсационному событию: в Москве, в ИТЭФе — Институте теоретической и экспериментальной физики — установили, что нейтрино имеет массу покоя и даже измерили ее. Эту новость взволнованно восприняли также и люди со стороны, не имеющие к физике прямого отношения. А как тут было не волноваться? Многие годы мы слышали, что есть невесомая микрочастица нейтрино, частица без массы. Что этот уникм микромира беспрепятственно пронизывает земной шар, с легкостью пересекает просторы Вселенной, движется со скоростью света именно благодаря своей нулевой массе. И вот пожалуйста — невесомое нейтрино, оказывается, что-то весит, масса его, оказывается, не равна нулю.

Почему об этом не знали раньше? Каким образом установили теперь? Насколько достоверно? И главное вот что, — если у нейтрино действительно есть масса, то как изменится картина мира, которую с такой тщательностью прорисовывали физики, считая эту массу равной нулю? Может быть, наш мир совсем не такой, как мы учили в школе? Может быть, и взаимодействовать с ним можно как-то иначе?

В поисках ответа на подобные вопросы автор этих заметок познакомился с публикациями, освещающими эксперименты по взвешиванию нейтрино, побывал в Президиуме Академии наук и на сессии Отделения ядерной физики и общей физики и астрономии, где соответственно в мае и июне обсуждалась эта работа, познакомился с

материалами семинара памяти академика А. И. Алиханова, первого директора ИТЭФа, — именно на этом семинаре 15 марта 1980 года итэфовские физики впервые обнародовали полученный ими результат. Сейчас будет предпринята попытка суммировать собранные сведения, пересказать услышанное в упрощенном и предельно сжатом виде, изредка, правда, отклоняясь от основной темы, чтобы сделать кое-какие пояснения. Если эти пояснения покажутся излишними, их можно безболезненно пропустить.

Строго говоря, нигде и никогда не утверждалось, что масса нейтрино непременно равна нулю. Во всяком случае, в энциклопедических словарях, как общего назначения, так и в специальных, о нулевой массе говорится достаточно осторожно. Например, так: «Нейтрино ( $\nu$ ) — элементарная частица с электрическим зарядом, равным нулю, спином  $1/2$  и весьма малой (вероятно, нулевой) массой покоя...» Или так: «Нейтрино (итал. *neutrino*), уменьшит. от *neutron* — нейтрон) — элементарная частица с, по-видимому, нулевой массой...» Или еще более аккуратно: «...элементарная частица с массой, много меньшей массы электрона (возможно, равной нулю)...»

**ПОЯСНЕНИЕ 1.** Здесь везде речь идет не об отсутствии у нейтрино массы вообще, а только о нулевой (равной нулю) массе покоя, то есть о массе остановившейся, недвижливой частицы. Предположение о том, что у нейтрино масса покоя равна нулю, означает, что эта частица существует только в движении. Нейтрино с нулевой массой покоя, остановившись, просто прекратит свое существование, как прекращает свое существование другая частица с нулевой массой — фотон. Этот сгусток электромагнитного поля всегда движется со скоростью света, и остановка для него равносильна смерти. Остановите фотон — и его уже нет. Остается лишь память об этом трагическом исчезновении, например в виде возбужденной электронной оболочки атома или родившейся пары электрон-позитрон.



«Неподвижность частицы невозможна» — вот как нужно понимать слова: «Масса покоя частицы равна нулю».

В то же время у такой частицы во время движения есть определенная масса: частица обладает запасом энергии, а энергия, согласно теории относительности, эквивалентна массе —  $E = m \cdot c^2$ , то есть  $m = E : c^2$ .

В этом году нейтрино отмечает свой золотой юбилей — представление об этой частице было введено пятьдесят лет назад выдающимся швейцарским физиком-теоретиком Вольфгангом Паули. Предположив существование новой частицы, Паули, по его словам, предпринял отчаянную попытку спасти закон сохранения энергии, которому угрожали странные результаты, полученные Чедвиком еще в 1914 году при экспериментальном исследовании спектров бета-распада.

Этот вид радиоактивности — бета-распад — связан с ядерными превращениями, в результате которых из ядра вылетают электроны или их положительно заряженные двойники — позитроны. Отсюда и само название процесса — поток электронов, выбрасываемых из радиоактивного вещества, — в свое время называли бета-лучами. Типичный пример бета-распада — превращение ядер трития Т в ядра гелия He (см. первую страничку цветной вкладки, рис. 1). В ядре трития (напомним, что это тяжелый изотоп водорода) два нейтрона и один протон, то есть две тяжелые частицы без электрического заряда и одна положительно заряженная. При бета-распаде один из нейтронов превращается в протон, и, таким образом, вместо ядра атома водорода (точнее, трития) появляется ядро совсем другого химического элемента — гелия. В нем уже не один протон, не одна частица с положительным зарядом, а две — именно числом положительных зарядов различаются ядра химических элементов.

Одновременно с появлением нового протона, с появлением нового положительного заряда из ядра вылетает электрон. Именно благодаря этому не нарушается закон сохранения электрического заряда, который утверждает: суммарный заряд системы сам по себе никогда не изменяется. И не может такого быть, чтобы в ядре был один положительный заряд, один «плюс», и вдруг ни с того ни с сего стало два. Откуда он возьмется, этот второй «плюс»? Для простоты дела можно представить себе, что оба новых заряда — «плюс» протона и «минус» электрона — уже были в ядре, что они находились в одном из нейтронов и просто компенсировали, гасили друг друга. А потом разделились — «минус» ушел с электроном, а «плюс» остался в ядерной частице, превратив ее в положительно заряженный протон.

Если с сохранением электрического заряда при бета-распаде все в порядке, то закон сохранения массы и энергии, казалось, явно нарушается. Это следовало из того, что энергетический спектр электронов получался непрерывным, в то время как он должен был быть дискретным.

## ● НАУКА. ВЕСТИ С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ

**ПОЯСНЕНИЕ 2.** При бета-распаде электроны, казалось бы, могут вылететь из ядер со строго определенным запасом энергии. Потому что энергия, которую уносит электрон, появляется при переходе ядра из одного квантового состояния в другое, а состояния эти жестко фиксированы, они не могут быть какими угодно. Точно так же, скажем, как квартиры в многоэтажном доме могут находиться на 3-м этаже или на 10-м, но никак не на этаже 3,256 или 9,7563. И перейдя из одного квантового состояния в другое, ядро отдает электрону строго определенную порцию энергии  $E^*$ .

Так должно быть. Однако реально вместо стандартных электронов с одинаковым энергетическим запасом из ядер вылетают частицы с самыми разными энергиями. С разными, но всегда меньшими, чем этот самый разрешенный стандартный энергетический запас  $E^*$ .

Исследуя бета-распад, определяют энергетический спектр электронов, проще говоря, подсчитывают в бета-спектрометре (см. пояснение 4) количество электронов, имеющих ту или иную энергию. В принципе такой спектр можно описать словами («20% электронов имеют энергию 5 условных единиц, 30% — имеют вдвое большую энергию, и 10% частиц энергия еще в 3 раза выше...» и т. д.), но обычно спектр отображают в виде графика. Он получается примерно таким, как показано сплошной синей линией на рис. 6. Как видите, график непрерывный, он представляет собой плавную кривую линию; высота кривой в какой-либо точке говорит о количестве электронов, имеющих данную энергию. Непрерывность графика как раз и означает, что электроны могут иметь любые значения энергии — от нуля до разрешенного уровня  $E^*$ . А по законам квантовой механики, как уже отмечалось, спектр должен быть дискретным. В этом случае вместо плавной кривой на графике была бы вертикальная линия, соответствующая разрешенной энергии  $E^*$ , а высота линии отображала бы количество электронов с данной энергией.

Непрерывный энергетический спектр электронов при бета-распаде можно было объяснить так: в каких-то случаях энергия электрона меньше разрешенного уровня потому, что часть энергии электрона куда-то исчезает. Но куда? Главный смысл гипотезы Паули в том и состоял, чтобы объяснить нехватку энергии козырями неизвестной частицы. Она-де рождается вместе с электроном, уносит часть энергии, и из-за этого энергия электрона оказывается меньше. А поскольку частицы-призраки могут уносить самые разные энергетические порции, то энергия электронов тоже может иметь любые значения, их спектр становится непрерывным.

Паули сначала назвал свою гипотетическую частицу нейтроном и предположил, что ее масса покоя не может быть очень большой, что она максимум в 20 раз боль-

ше массы электрона. Через два года — в 1932 году — была реально открыта массивная ядерная частица без электрического заряда, и имя «нейтрон» отдали ей. А частицу, придуманную для объяснения непрерывного спектра электронов при бета-распаде, назвали нейтрончиком, нейтрино.

Многие годы нейтрино оставалось не более чем придуманной частицей — ее свойства выяснились только в теоретических исследованиях. Портрет этого призрака наиболее детально нарисовал великий Ферми, разработав теорию бета-распада. Он, в частности, показал, что у нейтрино должна быть античастица — антинейтрино, которое как раз и рождается при бета-распаде вместе с электроном. А само нейтрино появляется в ядерных реакциях вместе с позитроном, то есть вместе с антиэлектроном. Теория Ферми позволила рассчитать энергетический спектр электронов и прийти к выводу, что масса покоя нейтрино во много раз меньше массы электрона. Теория эта была настолько красива и убедительна, что с ее появлением призрачное нейтрино было признано физической реальностью.

Историю исследований нейтрино часто вспоминают, желая проиллюстрировать могущество физики. Только через двенадцать лет после своего первого появления на листе бумаги нейтрино было обнаружено в экспериментах. Тем самым была показана сила физических теорий, сумевших предсказать свойства призрачной частицы, назвать ядерные процессы, которые идут с ее участием, наметить программу поисков нейтрино. И главное — твердо стоять на том, что частица эта реально существует, что она рано или поздно будет «поймана».

Открытие нейтрино продемонстрировало и поразительное совершенство экспериментальных методов, позволивших обнаружить частицу, столь слабо взаимодействующую с окружающим миром, не имеющую ни электрического заряда, ни сколько-нибудь ощутимой массы.

Первые опыты, в которых почувствовалась реальность нейтрино, были проведены в 1942 году. В них измерялась отдача, которую испытывает ядро, когда из него вылетает нейтрино. Еще через одиннадцать лет было осуществлено уже не косвенное, а непосредственное, прямое обнаружение частицы. В экспериментах, выполненных американскими физиками Ф. Райнсом и К. Коуэном, регистрировалось превращение протонов в нейтроны при захвате антинейтрино, идущих из уранового реактора. Путем тонких операций отсеивались все похожие ядерные превращения и отмечались только те, которые без нейтрино произойти не могли (здесь и далее о ядерных превращениях упоминается в самом общем виде, и поэтому для простоты мы не будем говорить отдельно о нейтрино и антинейтрино, объединив их общим именем — «нейтрино»).

Ни в этих, ни в других экспериментах, где изучались ядерные реакции с участием нейтрино, масса этой частицы не определялась, и, следовательно, из таких нейтринных экспериментов не делался вывод о том, что масса частицы равна нулю. Массу нейтри-

но (здесь и далее, когда говорится о массе нейтрино, имеется в виду масса покоя, которую мы обозначаем, как  $m_\nu$ ) пытались определить, исследуя главным образом энергетический спектр электронов при бета-распаде. Но и эти исследования не давали повода считать, что  $m_\nu = 0$ . Удавалось лишь установить, что масса эта меньше такой-то определенной величины, скажем, меньше  $10^{-30}$  г. Может быть, она и равна нулю (нуль тоже укладывается в условие «меньше такой-то определенной величины»), а может быть, и не равна нулю.

Но откуда же тогда взялось представление о нулевой массе нейтрино? — хочет, видимо, спросить удивленный читатель, считавший, что для предположения «масса нейтрино равна нулю» были серьезные основания. Такие основания действительно были, однако не экспериментальные, а чисто теоретические.

**ПОЯСНЕНИЕ 3.** Предположив, что у нейтрино нулевая масса, теоретики пришли к сравнительно простой, так называемой двухкомпонентной модели нейтрино. Из условия  $m_\nu = 0$  получалось, что существуют лишь две разновидности частицы — нейтрино и антинейтрино. А предположение  $m_\nu \neq 0$  приводило к более сложной четырехкомпонентной модели — разновидностей нейтрино уже получалось четыре.

В последнее время часто вспоминают высказывание философа Уильяма Окама, жившего в четырнадцатом веке. Звучит оно примерно так: «Не вводите лишних сущностей», то есть не усложняйте то, что можно не усложнять. Это правило иногда называют лезвием Окама, имея в виду, что все неоправданные усложнения нужно безжалостно отсекают. У теоретиков не было никаких оснований считать, что нейтрино имеет массу покоя, а введение этой массы требовало усложнения модели частицы — от двухкомпонентной модели нужно было переходить к четырехкомпонентной. Поэтому теоретики вполне обоснованно предположили, что  $m_\nu = 0$ , однако в ожидании экспериментальных подтверждений все же пользовались оговорками — «скорее всего», «вероятно», «возможно». Кстати, в этих оговорках, если вчитаться, явно ощущается разная степень уверенности в том, что у нейтрино действительно нулевая масса.

Взвешивание нейтрино, экспериментальное определение массы  $m_\nu$  оказалось чрезвычайно сложной задачей. Чтобы пояснить природу этих сложностей, обратимся для начала к рис. 2 цветной вкладки, где крайне упрощенно, без какого-либо соблюдения масштабов, показан баланс массы и энергии при превращении ядра трития Т в ядро гелия He. Масса ядра гелия  $m_{He}$  получается несколько меньшей, чем масса исходного ядра трития  $m_T$ , так как часть  $m_T$  расходуется на массу  $m_e$  вновь родившегося электрона, а еще какая-то часть массы  $m_T$  — ее почему-то называют «добавкой» и обозначают  $\Delta m$  — превращается в энергию электрона  $E_e$  и энергию нейтри-



но  $E_\nu$ . Кстати, при пересчете массы  $m$  в энергию  $E$  нужно пользоваться величиной  $c^2$ , так как  $E = mc^2$ . Для упрощения рисунка такой пересчет не делается и на прямоугольниках-диаграммах, отображающих баланс масс (рис. 2, 6), обозначение « $E$ » с тем или иным индексом указывает лишь конкретную энергию, на которую расходуется данная часть массы.

«Добавка»  $\Delta m$  делится между энергией электрона  $E_e$  и энергией нейтрино  $E_\nu$  в самых разных пропорциях. В каких-то случаях почти вся масса  $\Delta m$  превращается в энергию нейтрино и электрон вылетает из ядра с чрезвычайно малой скоростью (левая часть спектральной характеристики рис. 6). А в другом, предельном случае вся «добавка»  $\Delta m$  превращается в энергию электрона  $E_e$ , и она достигает максимально возможной величины  $E^* = \Delta m \cdot c^2$ .

Все это, однако, справедливо лишь в том случае, если у нейтрино действительно нет массы покоя, то есть если  $m_\nu = 0$ . Если же  $m_\nu \neq 0$ , то есть если у нейтрино есть масса покоя, то «добавка»  $\Delta m$  уже не может быть полностью израсходована на создание энергии электрона: часть этой «добавки» представляет собой не что иное, как массу нейтрино. И предельная энергия электрона  $E^{**}$  будет из-за этого несколько меньше — ее создаст уже не вся «добавка»  $\Delta m$ , а лишь часть ее  $\Delta m - m_\nu$ .

Отсюда ясна идея измерения массы нейтрино. Нужно измерять энергию электрона, и если окажется, что в предельном случае он получает всю «добавку»  $\Delta m$ , то значит, масса нейтрино действительно равна нулю. Если же окажется, что предельная энергия электронов  $E^{**}$  меньше известного предела  $E^*$ , значит, электрон недополучает часть «добавки», а эта недополученная часть как раз и приходится на массу нейтрино. Точно зная  $E^*$  и точно измерив реальную предельную энергию электронов  $E^{**}$ , можно определить массу нейтрино из условия  $m_\nu = (E^* - E^{**}) : c^2$ .

Это только легко сказать, «точно измерив предельную энергию электронов...», но выполнить такое измерение чрезвычайно сложно. Во всяком случае, пока это еще никому не удавалось, и лучшие спектрометры лишь в той или иной мере приблизились к измерению этой величины. Но отсюда еще совсем не следует, что масса нейтрино не может быть измерена с помощью бета-спектрометра: если достаточно близко подойти к пределу  $E^*$ , то по характеру кривой можно определить, куда она должна опуститься — в точку с энергией  $E^*$  или в точку  $E^{**}$ .

**ПОЯСНЕНИЕ 4.** Чтобы понять принцип действия магнитного бета-спектрометра — именно на приборе этого класса проводились эксперименты в ИТЭФе, — достаточно вспомнить школьную физику: проводник с током выталкивается из магнитного поля, а движущийся электрон — разновидность электрического тока. Попав в магнитное поле, движущийся электрон тоже будет выталкиваться из него, и траектория частицы искривится. При этом чем выше начальная энергия электрона, тем труднее магнитному

полю свернуть его с пути, тем меньше изогнет оно траекторию частицы. Но и само магнитное поле тоже определяет степень искривления траектории: чем сильнее поле, тем сильнее оно выталкивает движущийся электрон.

Представьте себе, что вытолкнутый из магнитного поля электрон попадает в регистрирующий прибор с очень малым входным отверстием. Такой прибор (рис. 4 а) фиксирует только частицы с энергией  $E_1$  — траектории электронов с большей или меньшей энергией будут искривляться по-иному, и частицы пролетят мимо счетчика. Теперь попробуем изменить магнитное поле, например, усилить его, увеличив ток в катушке электромагнита (рис. 4 б). При этом траектории всех электронов изогнутся сильнее, частицы с энергией  $E_1$  уже пролетят мимо счетчика, а попадут в него частицы с более высокой энергией  $E_2$ . Счетчик дает информацию о количестве попавших в него частиц — потому он и называется счетчиком, — и, плавно изменяя магнитное поле, можно определить, сколько электронов с той или иной энергией появляется в процессе бета-распада. То есть можно найти энергетический спектр электронов, экспериментально построить график, аналогичный показанному на рис. 6.

При исследовании бета-спектра очень сложно определить число электронов с наиболее высокой энергией. Потому что, чем выше энергия электронов, тем меньшую долю составляют они в общем количестве выбрасываемых частиц. И тут ничего не поделаешь — такова природа бета-распада. А чем слабее поток электронов, тем больше ощущаются при их подсчете разные мешающие факторы. Здесь, видимо, уместна такая аналогия: если вы пытаетесь взвесить массу, скажем, в килограмм, то несколько пылинок, попавших на чашу весов, или легкое дуновение ветра мало повлияют на результат взвешивания; но эти помехи могут стать непреодолимым препятствием при взвешивании массы в миллионную долю грамма. Для бета-спектроскопии один из основных мешающих факторов — радиоактивный фон, то есть попадающие в счетчик посторонние частицы. Немало опасностей связано с внешними магнитными полями, например, с земным магнетизмом или с собственными полями намагнитившихся стальных предметов, находящихся вблизи спектрометра: под действием этих магнитных полей может произойти неучтенное искривление траектории электронов, и счетчик будет регистрировать совсем не те частицы, которые выбирались бы из спектра полем электромагнита. Какие-то искажения может внести и сам счетчик из-за случайных изменений в наполняющем его газе. Свою лепту в погрешность измерений вносят случайные изменения тока в обмотках электромагнита, ничтожное радиоактивное загрязнение внутреннего пространства спектрометра и ряд других факторов. И почти все эти факторы особо опасны при подсчете электронов с энергией, близкой к пределу. То есть опасны именно в той области спектральной ха-

рактеристики, где запрятана информация о массе нейтринно.

До самого последнего времени лучшие результаты в бета-спектроскопии были получены шведским экспериментатором Карлом Э. Бергквистом — он сумел ближе других исследователей подойти к предельно возможной энергии электронов  $E^*$ . И на изученном участке Бергквист не обнаружил отклонений спектра от той кривой, которая получилась бы при  $m_\nu = 0$ . Исследованный участок дал основание утверждать: если у нейтрино и есть масса, то она меньше 55 эВ.

**ПОЯСНЕНИЕ 5.** Эквивалентность массы и энергии позволяет использовать для них одну и ту же единицу измерения. В микрофизике такой единицей служит электрон-вольт, эВ и его производные килоэлектрон-вольт, кэВ (1000 эВ), мегаэлектрон-вольт, МэВ (1000 000 эВ или 1000 кэВ) и т. д.

Количественную оценку этим единицам измерения дают сами их названия: электрон, ускоренный электрическим полем 1 В, приобретает энергию в 1 эВ. По нашим житейским масштабам это ничтожная величина — чтобы лампочка карманного фонаря горела одну секунду, батарейка выделяет ей энергию в миллион миллионов МэВ. Да и в атомных масштабах 1 эВ не столь уж большая энергия. Один атом урана распадается выделяет 200 МэВ энергии, в термоядерной реакции при образовании одного атома гелия из водорода может выделяться 17 МэВ.

Принципиально новые результаты в экспериментальном исследовании области высоких энергий бета-спектра получила группа советских физиков, в основном итэфовцев — В. А. Любимов, Е. Г. Новиков, В. З. Нозик, Е. Ф. Третьяков, В. С. Козик. Это было не просто очередное количественное достижение — заметно повысив точность эксперимента, физики обнаружили то, что еще не обнаруживалось: реальный энергетический спектр электронов (пунктирная линия на рис. 6) не совпадал с расчетным. До сих пор все подобные исследования в лучшем случае завершались отодвиганием верхней границы массы нейтрино: «Масса нейтрино не может быть более 250 эВ... не может быть более 70 эВ... не более 55 эВ...» А что там, что за порогом «250 эВ», «70 эВ» или «55 эВ», никто не знал. И ни один экспериментатор не получил данных, которые позволили бы сделать обоснованные предположения о массе нейтрино: нуль или не нуль. Теперь же такие данные были получены, и они, как говорится в подобных случаях, произвели впечатление разорвавшейся бомбы: «Не нуль!» Тщательная обработка результатов дала основание для более определенного вывода: масса нейтрино, вероятно, лежит в пределах от 15 до 44 эВ, а скорее всего составляет 35 эВ.

Эти исследования, естественно, начались с создания нового прибора, идея которого

принадлежит Е. Ф. Третьякову. Работа над прибором была начата еще в конце пятидесятых годов и завершилась примерно через десять лет. Срок этот не покажется чрезмерным, если учесть, как много нужно было придумать, исследовать и сделать, чтобы по основным показателям превзойти лучшие бета-спектрометры, созданные в мире.

Начать хотя бы с необычной схемы спектрометра: на пути от радиоактивного источника к счетчику магнитное поле четыре раза выталкивает электроны (рис. 5). Делается это для того, чтобы увеличить разность хода частиц с разной энергией и повысить разрешающую способность прибора, то есть его способность чувствовать самую малую разницу в энергии электронов. Представьте себе, что в катушках электромагнита установлен ток, при котором магнитное поле спектрометра (оно зависит именно от тока в катушках) направляет в счетчик электроны с энергией 100 эВ. А как поведут себя частицы с энергией 101 или 99 эВ? Попадут они в счетчик или пролетят мимо? Это зависит от того, насколько сильно магнитное поле искривляет пути электронов, разделяет, расслаивает траектории частиц с различной энергией.

В итэфовском спектрометре выбрана такая конфигурация поля, при которой оно четырежды производит расслоение траекторий. Поле длинных прямоугольных витков тороидальной катушки поворачивает траекторию электрона на 180 градусов и направляет частицу к противоположному витку, где она вновь получает команду «Кру-гом!». И при каждом таком повороте несколько расходятся пути частиц с разной энергией. Подобная система вместе с другими оригинальными техническими решениями дала разрешающую способность порядка 0,06%, что позволяет отличать энергию частиц в 100 эВ от 100,06 эВ или 10 000 эВ от 10 006 эВ. Это сочетается с чувствительностью в несколько раз более высокой, чем в лучших современных бета-спектрометрах. Отмечен итэфовский спектрометр и другими, так сказать, рекордами. У него, например, радиоактивный фон, связанный с источником, в сотни раз ниже, чем в спектрометре Бергквиста. А доля излучения, попадающего в счетчик, — в несколько раз выше.

Несколько слов о конструкции прибора. Его основа — безжелезная тороидальная катушка электромагнита, расположенная внутри цилиндрической вакуумной камеры (рис. 7). Высота камеры около 3 м, диаметр примерно 1,2 м. Установленный сверху радиоактивный источник прикрывает экраном, предотвращающим прямое попадание электронов в счетчик. Тороидальную катушку образуют 72 соединенных последовательно прямоугольных витка, равномерно расположенных по кругу; два из них видны на рис. 7. Электроны движутся в пространстве между витками.

Сами прямоугольные витки выполнены из полых медных трубок. Диаметр внешних трубок 20 мм, внутренних — 6 мм; внутренние трубки должны быть как можно более тонкими, чтобы в минимальной степени ме-



шать движению электронов. По трубкам прокачивается охлаждающая их вода. Есть в спектрометре еще одна циркуляционная система — через счетчик непрерывно прокачивается газовая смесь, с тем чтобы изменение ее состава не влияло на результаты измерений. В числе других помехозащитных систем можно назвать оригинальные стабилизаторы тока, а также многометровые прямоугольные катушки компенсации магнитного поля Земли, расположенные на стенах помещения, где установлен прибор. Само это помещение — высокий лабораторный павильон — построено из дерева специально для спектрометра, причем без единого железного гвоздя. Это лишь одна из многих мер по защите магнитного поля прибора от внешних помех.

Не следует думать, что после постройки спектрометра остается только включить его и по показаниям двух стрелочных приборов — по измерителю тока в катушке, отображающему напряженность магнитного поля, а следовательно, энергию регистрируемых частиц, и по измерителю тока в счетнике, рассказывающему об интенсивности потока частиц данной энергии, — быстро снять спектральную характеристику и определить массу нейтрино. Проведение экспериментов — дело непростое и небыстрое. А ему еще предшествуют многочисленные подготовительные и контрольные операции, такие, например, как калибровка прибора подобранным источником электронов с заранее известной энергией. Или многочисленные проверки отдельных элементов прибора с целью выяснить, какую конкретно погрешность вносит каждый из них.

Кстати, одна из таких проверок показала, что медные трубки, видимо, в процессе изготовления, приобретают некоторую спиральность — диаметр невидимой глазу спирали достигает 0,2 мм, шаг — 50 мм. Определялись и другие погрешности в геометрии элементов тороидальной катушки и учитывались связанные с ними нарушения формы магнитного поля на сотые доли процента. Большая работа была проведена при подготовке радиоактивного источника. От традиционного газообразного трития отказались — у биологов было получено значительно более удобное вещество (аминокислота валин), в котором на место водорода включен его изотоп тритий. Создав из валина радиоактивный источник толщиной всего в пять атомных слоев, экспериментаторы сумели заметно улучшить показатели прибора.

Именно с огромным объемом подготовительных операций связано то, что физики затрачивают на один какой-нибудь цикл измерений многие недели и даже месяцы.

Но вот серия экспериментов завершена, и в длинных колонках цифр отражены результаты измерений. Однако делать какие-либо определенные выводы пока преждевременно. Нужна серьезная математическая обработка данных, она должна учесть влияние

случайных ошибок, проанализировать разброс измеренных величин, выявить в них ту самую закономерность, которую с достаточной вероятностью можно считать результатом эксперимента. На рис. 8 ориентировочно показаны точки, соответствующие измерениям в одном из исследований бета-спектра на птэфовском спектрометре. Здесь же три расчетные кривые бета-спектра для случаев  $m_\nu = 0$ ,  $m_\nu = 35$  эВ и  $m_\nu = 80$  эВ. Точки на графике лучше всего согласуются со спектром, рассчитанным для  $m_\nu = 35$  эВ, — таков вывод неподкупной математики.

Рассказывая о том, как изменится наша картина мира в связи с новыми данными о массе нейтрино, физики обычно делают возможные изменения на две группы — местные, земные и космологические, в масштабах Вселенной. И добавляют, что серьезных местных изменений скорее всего не будет (опять это «скорее всего»). Что наши представления о ядерных реакциях, о структуре материи, о процессах добычи энергии и преобразования вещества, словом, о земной физике и химии, скорее всего не подвергнутся существенному пересмотру. Совсем другое дело — космология. Модели Вселенной, разработанные в расчете на то, что масса нейтрино равна нулю, резко отличаются от моделей, учитывающих предполагаемые ныне 35 эВ. Масса нейтрино, конечно, чрезвычайно мала, она в 15 тысяч раз меньше массы такой легкой частицы, как электрон, и в 30 миллионов раз меньше массы протона или нейтрона (рис. 3). Но, по расчетам, во Вселенной оказывается очень много нейтрино, в среднем почти 500 частиц в каждом кубическом сантиметре пространства. Это — гигантское количество, средняя плотность электронов — одна частица на кубический метр, а плотность протонов и нейтронов еще во много тысяч раз меньше. В итоге получается, что общая масса нейтрино во Вселенной чуть ли не в 10 раз больше массы всего остального вещества.

Астрофизики уже давно ищут в межзвездном пространстве, как они ее называют, «скрытую массу» (см. «Наука и жизнь» № 2, 1975 г.), которая помогла бы, в частности, объяснить несоответствия между известной массой некоторых звездных систем и их поведением. Теперь на роль «скрытой массы» есть достойный претендент. С учетом массы нейтрино по-иному представляются и такие, например, процессы, как образование галактик. Значительно более важную роль в них должно играть скопление вещества, начинающееся с появления своего рода нейтринной затравки. Наконец, огромная суммарная масса нейтрино заставляет по-иному думать о будущем Вселенной, о ее нынешних формах и размерах, о далекой ее истории. Может оказаться, например, что Вселенная не будет беспредельно расширяться, как следует из расчетов, учитывающих только ее известную, явную массу. Если учесть суммарную массу нейтрино, то окажется, что Вселенная, так ска-

зять, работает в колебательном режиме, что наблюдаемое ныне быстрое ее расширение через некоторое время — конечно, не завтра, не через год, а через миллиарды лет — сменится сжатием.

Обнаруженная у нейтрино масса покоя может иметь прямое отношение к так называемой осцилляции этой частицы, к процессу, теорию которого много лет разрабатывает академик Б. М. Понтекорво. Дело в том, что обнаружены не только нейтрино, сопутствующие рождению электрона, но и аналогичные частицы, возникающие вместе с мюоном (мю-мезоном) и тау-мезоном. Причем эти три разновидности нейтрино — электронное  $\nu_e$ , мюонное  $\nu_\mu$  и тау-нейтрино  $\nu_\tau$  — действительно разные частицы, они не взаимозаменяемы, не участвуют в ядерных реакциях одна вместо другой. Так вот — гипотеза осцилляции полагает, что нейтрино просто периодически меняет свойства, осциллирует, превращаясь поочередно в три свои разновидности.

Представление об осцилляции нейтрино в ряде случаев оказывается очень удобным, оно, например, может объяснить нехватку регистрируемых на Земле электронных нейтрино, выброшенных Солнцем (см. «Наука и жизнь» № 7, 1977 г.). Таких нейтрино оказывается в три раза меньше, чем должно быть с учетом масштабов солнечной термоядерной энергетики, и это иногда даже служило поводом для сомнений касательно нашего понимания процессов, происходящих на Солнце. Интригующее противоречие исчезает, если предположить, что на пути от Солнца электронные нейтрино осциллируют, что многие из них приходят к Земле уже в других «модификациях» и поэтому не регистрируются приборами, рассчитанными на электронное нейтрино. Осцилляция достоверно пока не обнаружена, но если у нейтрино есть масса, то шансы ее заметно возрастают — нейтрино с нулевой массой пока осциллировать не могут.

Если измерения массы электронного нейтрино дали уже достаточно вероятный конечный результат, то масса двух других разновидностей частицы оценивается пока очень приближенно. Верхняя граница для массы мюонного нейтрино («Масса не более чем...») по некоторым данным в несколько раз больше массы электронного, верхняя граница для массы тау-нейтрино — в несколько тысяч раз больше. Эти данные получены традиционными методами, когда изучается кинематика частиц, родившихся в тех или иных ядерных превращениях. Некоторые теоретические модели, основанные на гипотезе осцилляции, дают совсем иные оценки. Массы электронного и мюонного нейтрино, например, по этим оценкам могут различаться даже на тысячные доли электрон-вольта. При этом период осцилляции — путь, на котором происходит взаимное превращение одного нейтрино в другое, — должен быть очень большим, он измеряется многими миллионами километров. Разница между массами электронного и тау-нейтрино получается значительно больше, а период осцилляции — значительно

меньше, он, возможно, измеряется метрами.

Многие фундаментальные процессы во Вселенной определяются истинной массой нейтрино, соотношением компонентов некоторой, как полагают теоретики, сложной смеси, которая предстает нам в виде трех разновидностей этой частицы. На заседании Президиума Академии наук о возможных космологических следствиях из полученного экспериментального результата — из оценки массы нейтрино  $m_\nu = 35 \text{ эВ}$  — рассказал академик Я. Б. Зельдович. Он коснулся также ситуаций, когда масса у нейтрино есть, но имеет несколько отличную величину, когда по-разному соотносятся массы трех его разновидностей. Одна из таких возможных ситуаций приводит к эйнштейновским уравнениям общей теории относительности с так называемым лямбда-членом, или, по другой терминологии, с космологической постоянной. Если именно этот случай соответствует реальности, то придется принять, что вакуум имеет не обнаруженные пока физические свойства — он как бы расталкивает материю, в какой-то степени противодействует (для лабораторных условий, видимо, в неувольимой степени) гравитации.

Вот, оказывается, какие глубинные мировоззренческие пласты затрагивают исследования бега-спектра, выполненные итэфовскими физиками на построенном ими приборе, который обитает в деревянном павильоне, не очень заметном в огромном институтском дворе-парке. Ну а как же сами исследователи, сами экспериментаторы относятся к масштабам затронутой ими проблемы? К тому огромному вниманию, которое привлекают сейчас полученные ими результаты?

Ответ на эти вопросы можно синтезировать, просматривая записи, сделанные на сессиях и семинарах, где экспериментаторы рассказывали о своей работе, выслушивали одобрения или возражения коллег, отвечали на вопросы, часто непростые. Первое, что всегда чувствовалось, так это высокая ответственность за полученный результат и большая работа, проделанная, чтобы повысить его достоверность. И в то же время неизменно ощущалось: главные мысли экспериментаторов не о том, что сделано, а о том, что еще нужно сделать. О том, где искать и как найти возможные источники погрешностей с тем, чтобы устранить или учесть их и повысить точность измерений. Как провести новую серию экспериментов, в частности, с другим радиоактивным веществом, с тем, чтобы самим подтвердить или подправить полученный результат? Как привлечь к проблеме союзников и оппонентов, которые в других лабораториях, на других установках проверили бы то, что получено здесь, в ИТЭФе?

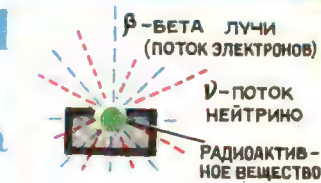
Ну что ж, видимо, только такое отношение к случившемуся возможно для ученого, испытателя природы, для которого одна-единственная страсть — добывание истины.

Той самой истины, которая, как известно, всегда одна, но у которой может быть много имитаций.

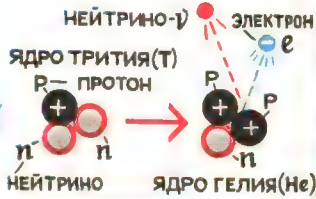


1

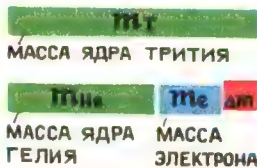
a



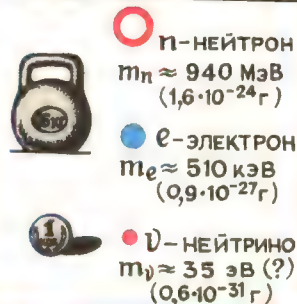
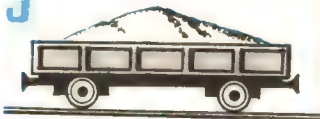
б



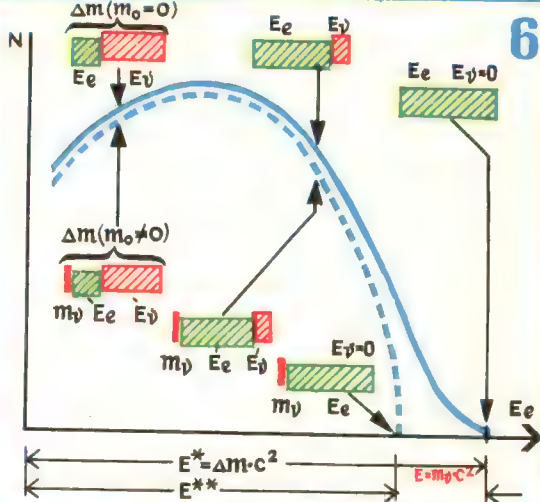
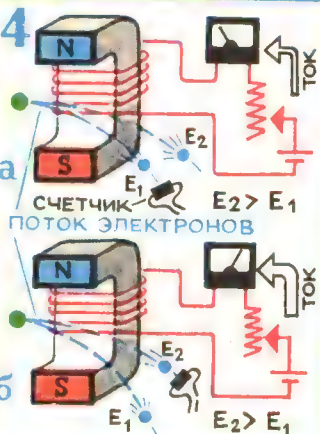
2



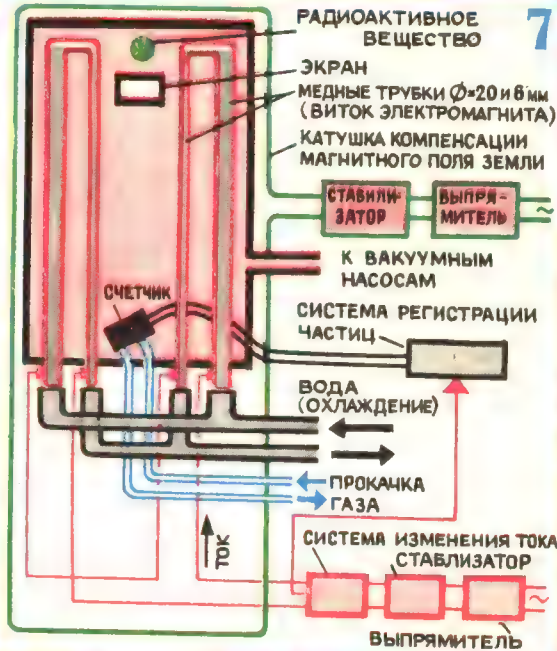
3



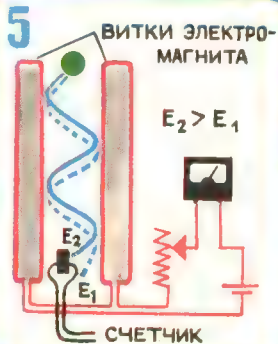
4



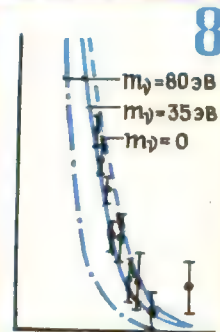
7

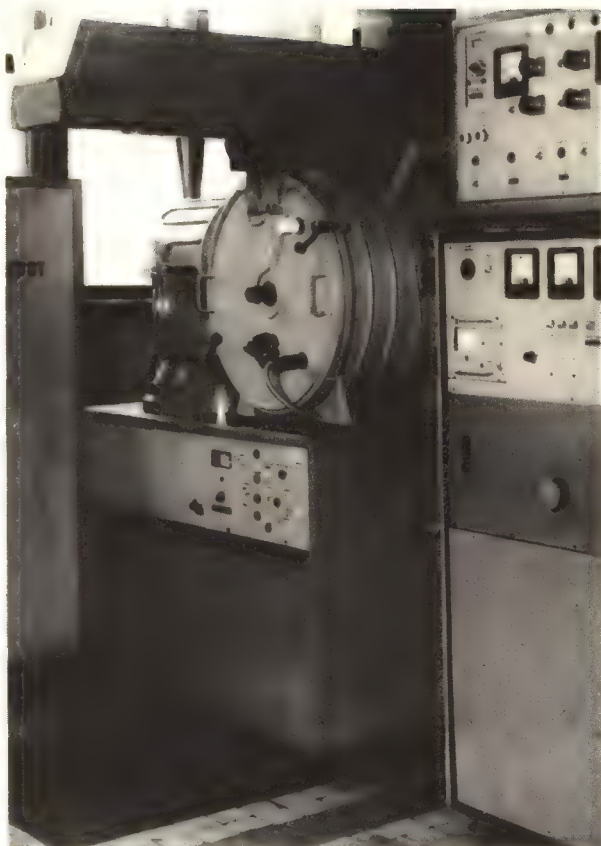


5



8

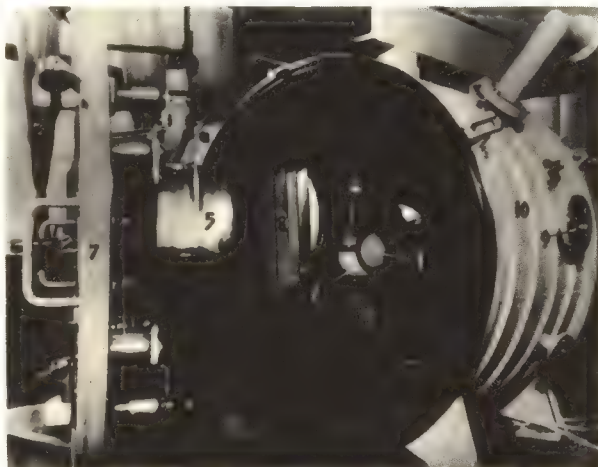




**ОБЩИЙ ВИД УСТАНОВКИ «ПУСК-ЭМ» для нанесения износостойких покрытий на металлообрабатывающий инструмент.**

**ВАКУУМНАЯ КАМЕРА УСТАНОВКИ И ЕЕ СХЕМА (справа сверху):**

Схема установки «Пуск»: 1 — катод из наносимого материала; 2 — анод (нерасходуемый); 3 — фокусирующая и ускоряющая электромагнитная система; 4 — поджигающий электрод; 5 — карусель для крепления обрабатываемых изделий; 6 — изделия; 7 — крышка камеры; 8 — и система откачки; 9 — смотровое окно; 10 — корпус камеры.



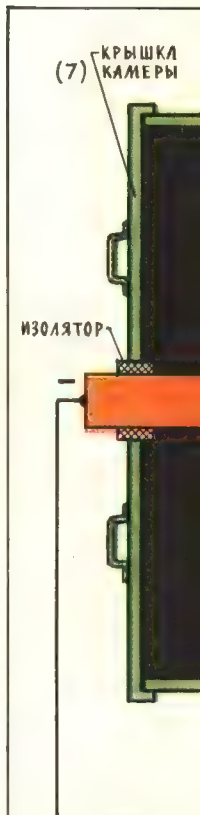
**● ТЕХНИКА НА МАРШЕ**

**« П У С К »**

(см. статью на стр. 21)

После закрепления на карусели обрабатываемых изделий, камера герметизируется, и с помощью насосов создается разрежение около  $0,00001$  мм рт. ст. ( $0,0013$  Па). На электроды ускорителя и на поджигающий электрод от соответствующих источников питания подается напряжение; малоэнергичный импульсный разряд между электродами 1 и 4 зажигает стационарную дугу в ускорителе между его катодом и анодом. Эта дуга горит при напряжении  $20-30$  В и силе тока  $150-300$  А в паре материала катода. Образующаяся сильно ионизированная плазма фокусируется и ускоряется магнитным полем, создаваемым специальной системой, и направляется в сторону изделий. Последние находятся под высоким отрицательным потенциалом (около  $1,5$  кВ), дополнительно ускоряющим ионы. В результате бомбардировки изделия ионами высокой энергии его поверхностный слой распыляется — очищается. Затем ускоряющий потенциал снижается (примерно до  $100$  В), и происходит нанесение покрытия. В результате осаждения ионов; слой покрытия растет со скоростью около  $1$  мкм в минуту. При необходимости в камеру можно подать реактивный газ. Вступая в химическую реакцию с плазменным потоком вещества, он образует нужное для покрытия соединение, например, если материалом катода служит титан, а в камеру подается азот, то на поверхности изделий образуется нитрид титана.

**ОБЛАСТИ РЕЖИМОВ ИОННОЙ ОБРАБОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭНЕРГИИ ЧАСТИЦ И ИХ УДЕЛЬНОГО ПОТОКА:** I — наращивание слоя покрытия (осаждение ионов); II и IIa — удаление поверхностного слоя обрабатываемого изделия (распыление ионами) и легирование его поверхности (внедрение ионов); в области IIa при малых дозах облучения благодаря очень высокой энергии ионов удается создавать в материале «захороненный» слой. Сверху области I, II и IIa ограничены параметрами, при которых материал теряет свои эксплуатационные свойства — граница его «живучести». Слева от оси ординат для сравнения по-



$13B = 11600K$

ТЕМПЕРАТУРА  
 $10^2$   
 $10^{-2}$







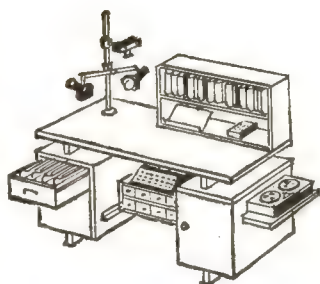


# РАБОТА ЗА ПИСЬМЕННЫМ СТОЛОМ

В. ФЕДОТОВ (г. Ленинград).

Письменный стол сам по себе лишь часть того, что понимается под рабочим местом в практике НОТ. В понятие рабочего места, помимо письменного стола, входят предметы мебели (книжные полки, шкафы для рабочих материалов).

Каким же образом совершенствовать рабочее место для умственного труда? В первую очередь это касается мебели: письменного стола, полок, шкафов. Размеры этой мебели должны соответствовать характеру выполняемой работы: величина поверхности стола — размеру рабочих материалов, емкость полок и ящиков — объему хранящихся книг, дел, каталогов и т. д. Самые несложные приемы помогут увеличить рабочую поверхность стола, более рационально использовать емкости полок и ящиков с целью раздельно-



го хранения материалов (рис.).

Очень важно выяснить, как мебель рабочего места соответствует вашим антропометрическим данным. На это, как правило, мало обращают внимания. Между тем размеры выпускаемой мебели приблизительно соответствуют данным некоего «среднего» человека. Для полноценной работы этого недостаточно. Поэтому стоит

соблюдать приведенные нормативы, чтобы повысить эффективность труда и сохранить здоровье.

Совершенствуется рабочее место и за счет оснащения техническими средствами, различными приспособлениями. Практика показывает, что именно работники умственного труда используют мало средств из технического арсенала, позволяющего повысить эффективность труда. И это происходит совсем не потому, что эти средства не всегда доступны по своей стоимости или пока еще дефицитны. Основная причина в непонимании тех преимуществ, которые могут быть получены. Ведь почти не используется в работе и то, что вполне доступно: не так уж часто на письменном столе можно увидеть такие простейшие канцелярские принадлежности, как «дырокол», шиватель для бумаг, машинка для точки карандашей. Тратится время на расчеты по бумажке, вместо того чтобы использовать микрокалькулятор. Имея фотоаппарат, почти никто не использует его для микрофильмирования.

Как это ни парадоксально, но многие вообще плохо представляют, какие технические средства и приспособления могут быть использованы в личной работе. Вот эти средства и приспособления.

**Канцелярские принадлежности:** набор шариковых ручек 2—3 цветов на подставке, цанговые и оформительские карандаши, пер-

Рабочая поза и характер работы	СТОЛ			Расстояние от глаз до рабочей поверхности (в см)	Оптимальный угол рабочей поверхности (в см)	СТУЛ		
	при росте в см					при росте в см		
	до 162	163—169	свыше 170			до 162	163—169	свыше 170
	Высота рабочей поверхности (в см)					Высота сиденья (в см)		
При обычной работе сидя	70	72	75	35—40	60	43	45	47
При работе на машинке	65	66	68	—	—	43	45	47
При работе стоя	100	105	110	40—45	30	—	—	—

● НАУЧНАЯ  
ОРГАНИЗАЦИЯ  
ЛИЧНОГО ТРУДА

форатор («дырокол»), машинка для точки карандашей, сшиватель для бумаг, ложемент для мелких канцелярских принадлежностей, лотки для бумаги, пюпитр.

#### Пишущая машинка.

**Картотечная техника:** перфокарты, рейтеркарты, блок каталожных ящиков, коробки для хранения перфокарт, селекторы для перфокарт.

**Аппаратура для микрофильмирования и чтения микрофильмов:** фотоаппарат, настольная репродукционная установка, набор удлинительных колец, реле времени, микрофот (при отсутствии специального аппарата для чтения микрофильмов может быть использован фотоувеличитель или бытовой диапроектор), коробки для хранения микрофильмов.

**Диктофон** (вместо диктофона можно использовать магнитофон).

**Счетные приспособления:** логарифмическая линейка, микроалькулятор.

**Принадлежности для черчения:** чертежная доска с плавающей рейсшиной, приспособление для крепления чертежной доски, чертежные инструменты.

Здесь перечислены многие технические средства и приспособления. Конечно, не имеет смысла обзаводиться всеми ими без исключения. Выбор средств и приспособлений производится в соответствии с характером выполняемой работы.

К оснащению рабочего места относится упорядочение его электропитания и коммутация аппаратуры радиокомплекса. Этот вопрос возник сравнительно недавно, так как долгое время единственным потребителем тока на письменном столе была настольная лампа. Теперь же, в дополнение к ней, одновременно могут использоваться еще три-четыре прибора (установка для микрофильмирования, микрофот, магнитофон, монтажный столик). Всем знакома картина, когда стол

загроможден проводами и для включения одного прибора другой надо отключить от сети, при этом, конечно, теряется время на поиски провода-удлинителя. Одним словом, возникает масса неудобств. Наилучший выход здесь в создании постоянной системы включений всех используемых приборов в сеть независимо один от другого.

Новым элементом совершенствования рабочего места стала также и коммутация радиокомплекса. Для многих профессий, чаще всего гуманитарных, радио-приемник, проигрыватель, магнитофон стали приборами, непосредственно связанными с работой. Постоянно возникает необходимость их взаимного использования: запись на магнитофон радиопередач, перезапись с одной магнитной пленки на другую и т. д. Но для этого приборы должны подсоединяться один к другому, на что уходит много времени. Процесс значительно ускоряется, если связать все используемые аппараты в единый блок с помощью специального переключателя, выпускаемого сейчас промышленностью.

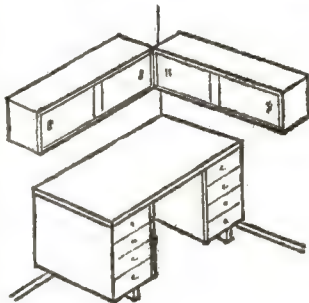
Когда решены вопросы оснащения рабочего места, следует подумать о его планировке. Человек умственного труда не сидит в позе роденовского мыслителя: он пишет, печатает на машинке, ищет нужные материалы на книжных полках и в картотечных ящиках. Все это непрерывная цепь разнообразных движений, простых и сложных, однократных и часто повторяющихся, требующих внимания или выполняемых автоматически. Рациональны они или нет, над этим никто, как правило, не задумывается. Считается, что разговор о рациональности движений не заслуживает внимания, поскольку это не влияет на эффективность работы. На самом деле если проанализировать свои движения, то обнаруживается, что большая часть из них настолько часто повторяется, что даже небольшой выигрыш на каждом вырастает в ощутимую экономию рабочего времени. Для умственного

труда продуманная планировка рабочего места имеет, кроме всего прочего, еще и то значение, что она несет с собой высвобождение внимания, обеспечивая известную «автоматичность» определенной части рабочих движений.

Итак, требованиями к планировке рабочего места следует считать: **достижимость** всех рабочих материалов и их **обозреваемость**, а также **постоянную готовность** к работе всех технических средств и приспособлений. При желании на сравнительно небольшом пространстве можно разместить гораздо больше материалов, чем это может показаться вначале. Для этого нужно только немного смелости, чтобы отказаться от привычного вида своего письменного стола и действительно позаботиться о создании удобств для работы (рис.).



Сделать все рабочие материалы достижимыми можно также за счет рационального взаимного расположения различных предметов рабочей мебели. Наиболее идеальна такая их компоновка, когда они находятся в непосредственной близости один от другого, образуя как бы единое целое (рис.).





Необходимо взять за правило располагать материалы таким образом, чтобы каждый отдельный предмет был постоянно виден. Для этого используются коробки, лотки, ложементы, футляры, конверты, а в шкафах и на полках съемные или постоянные разделители. Для ускорения поиска все

ми путями. Главные из них — это монтаж (размещение) аппаратуры и приспособлений непосредственно на рабочем месте, устройство поворотных приспособлений, позволяющих приблизить к себе нужный предмет на время работы, коммутация электроприборов и радиокomплекса.

циальных приборов. Для того, чтобы хотя бы ориентировочно судить об уровне освещенности, нами на основании соответствующих замеров была подготовлена таблица, которая дает представление о зависимости между освещенностью, силой источника света и расстоянием до него.

ДИАПАЗОН	РАССТОЯНИЕ ДО ИСТОЧНИКА СВЕТА (в см)																											
	80	82	84	86	88	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80		
ОСВЕЩЕННОСТЬ В ЛЮКСАХ																												
60 Вт	600	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100	800																
100 Вт	800	750	600		500	450	400	350	300	250	200	150	100	800														
150 Вт	1600	1500		1000	900	800	700	600	500	400	300																	

материалы нужно каким-то образом обозначать.

Есть еще одна особенность использования технических средств в процессе умственного труда. Она состоит в том, что ни одно из приспособлений никогда не находится в работе постоянно. Отсюда обычная картина, когда одно за другим что-то «свертывается» и убирается со стола, а другое приспособление достается и подготавливается к работе. Потери времени при этом значительны. Весьма наглядно это видно на примере с микрофильмированием: одно дело, когда репродукционная установка готова к работе, остается только положить материал для съемки под аппарат и нажать кнопку. На это уйдет 10—15 секунд. И совсем другое дело, когда нужно встать, достать аппарат, укрепить его, наладить освещение и т. д.; в этом случае для съемки потребуются уже не несколько секунд, а 15—20 минут. Определенные затраты времени связаны с подготовкой практически всех используемых предметов оргтехники. Поэтому очень важно, чтобы все технические средства, которыми оснащено рабочее место, находились в постоянной готовности. Достигается это различными

Совершенствование рабочего места всегда включает в себя создание благоприятных гигиенических условий. Как правило, об этом мало кто думает, когда речь идет об умственном труде. Сложилось убеждение, что отклонения от норм здесь настолько велики, что они не могут привести к каким-либо неприятным последствиям. Но это — заблуждение. При длительном воздействии неблагоприятные гигиенические условия могут сказаться и на работоспособности и на здоровье.

Подробные рекомендации по вопросам гигиены рабочих помещений, в том числе и для умственного труда, содержатся во многих справочниках и руководствах. Упомянем лишь о нормах освещенности. Выражаются они в условных единицах — люксах и приводятся в большинстве случаев примерно в таком виде: чтение, письмо, печатание на машинке — 400 люкс, черчение — 700, работа с каталогами — 200, поиск материалов на полках — 100 люкс. Казалось бы, все ясно и просто: бери и пользуйся. Но оказывается, что эти нормы практически ничего не дают, так как замерить освещенность можно лишь с помощью спе-

И, наконец, о тех психологических условиях, которые должны быть созданы на рабочем месте. Из них главным следует считать его изолированность. Степень изолированности — один из весьма существенных элементов оценки рабочего места для умственного труда. Разные люди относятся к этому по-разному: одни вообще не в состоянии работать «на виду», другие утверждают, что для них это совершенно безразлично. Фактически же это сказывается на состоянии и работоспособности любого человека, и тот, кто считает, что безразличен к окружающей его обстановке, просто не подозревает, сколько нервной энергии ему приходится затрачивать для компенсации неблагоприятных условий.

При работе в общей комнате возможно создать ощущение уединенности. Этот психологический эффект достигается самым несложным путем: за счет соответствующей расстановки мебели, обеспечивающей определенную изолированность рабочего места, использования небольших перегородок, ширм или занавесей, позволяющих как-то отгородить стол.

# Р О Б О Т -

В этом году старейший вуз Сибири и Дальнего Востока Томский университет имени В. В. Куйбышева отмечает свое столетие.

С деятельностью университета связано много славных страниц истории отечественной науки и техники, развития советской культуры. Томский университет — не только одно из крупнейших учебных заведений страны, но и мощный научно-исследовательский центр: в его составе несколько НИИ, проблемные лаборатории, музеи и другие научные учреждения. Наш журнал уже писал о Томском университете, в частности о его уникальной библиотеке (№ 6, 1978 г.). С интересными исследованиями ученых Сибирского физико-технического института имени В. Д. Кузнецова при Томском университете наших читателей познакомила статья «Память металлов» (№ 3, 1980 г.). В этом номере журнала томские ученые рассказывают об исследованиях, которые ведутся на пути к созданию автоматического устройства, решающего задачи навигации,—робота-штурмана.

Доктор технических наук В. ТАРАСЕНКО  
и кандидат физико-математических наук А. КОРИКОВ.

Задачи ориентации и навигации приходится решать всем живым существам. От того, насколько успешно они это делают, часто зависит «жить или не жить» им. У человека в процессе эволюции образовались великолепные навигационные системы, позволяющие ему совершать сложнейшие операции по ориентированию и перемещению в пространстве. Но, к сожалению, этих биологических шедевров человеку недостаточно. Ведь ему приходится решать задачи управления движением не только своего тела, но и разнообразных транспортных средств.

Между тем временем, когда наши далекие предки лазали по деревьям, и тем моментом, когда Ю. А. Гагарин на старте первого полета в космос произнес знаменитую фразу: «Поехали!», — лежит огромный период непрерывного развития навигационных способностей человека и транспортных средств, двигающихся по земле и под землей, по воде и под водой, летающих в воздушном и космическом пространствах.

Человек создал, постоянно совершенствует и изобретает различные навигационные приборы, многократно усиливающие его естественные навигационные способности. Но скорости движения растут, условия, в которых используются транспортные средства, усложняются, и к штурману, ответственному за решение навигационных задач, предъявляются ужесточенные тре-

бования: ему все меньше отводится времени на размышления, все большая точность определения координат требуется для достижения цели, для обеспечения безопасности движения. Человек-штурман, использующий навигационные приборы, работает в очень напряженном режиме, на пределе своих возможностей. Известно много случаев, когда неправильная оценка навигационной обстановки приводила к серьезным авариям. Кроме того, нередки случаи, когда транспортными средствами необходимо управлять в условиях, опасных для здоровья человека, например, при подземных и подводных работах, в атомной промышленности и т. п.

Во всех подобных ситуациях выход состоит в автоматизации процесса решения навигационных задач, создании навигационных автоматов — роботов-штурманов.

Каким же в принципе должен быть робот, чтобы он мог решать навигационные задачи?

Прежде всего заметим, что независимо от сложности навигационной задачи суть ее в любом случае состоит в определении местоположения подвижного объекта, будь то человек, корабль, автомобиль, самолет или космический летательный аппарат, и в выводе этого объекта в требуемую точку пространства. Причем сделать это надо наилучшим для данных условий маршрутом, с установленной точностью и в определенный момент времени.



## ● НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

Бот такой цветок маргаритки вырос у нас в ящике на балконе.

Что это за явление? Как часто оно бывает в природе!

С. ДАВИДОВ,

г. Жуковка, Брянской обл.

## ЦВЕТОК ИЗ ЦВЕТКА

Действительно, необычный цветок. Ось его сильно вытянулась и образовала новый побег, заканчивающийся еще одним цветком. Это явление пролиферации (от латинских слов «пролес» — «потомство», «прорастание» и «феро» — «несу»). Такие формы время от времени встречаются среди культурных и диких растений.

Фотография маргаритки — наглядная иллюстрация к одному из основных положений в ботанике. Суть его такова: все части цветка (чашелистики, лепестки, тычинки и пестики) произошли из листьев, то есть цветок представляет собой видоизмененный побег. Это подтверждают многочисленные факты. Форма и окраска чашелистиков большинства растений такая же, как и листьев. У некоторых видов нет четкого разграничения между отдельными частями цветка, лепестками



и тычинками (белая кувшинка), тычинками и пестиками (мак-самосейка). У магнолии наблюдается постепенный переход от чашелистиков к лепесткам. Махровые цветки роз и пионов нередко образуются из части или из всех тычинок, превратившихся в похожие на лепестки образования.

Появляются различные аномалии или уродства: изменяется цвет венчика, он зеленеет, вместо нормального цветка развиваются маленькие листики, и, наконец, образуется двойное соцветие, цветок из цветка (пролиферация). Такие признаки — проявление атавизма. С их помощью можно

установить, какие изменения происходят с растениями на пути эволюционного развития.

Спаренные цветки обычно дают семена, причем у нижних семена достигают зрелости, а у верхних недоразвиты. Пролиферацию можно наблюдать и среди плодов, например, у перца, апельсинов, лимонов. Встречаются апельсины, у которых под кожурой — еще один миниатюрный плодик. Основной цветок прорастает и как бы включивается в нормально развитый плод.

Кандидат биологических наук Л. БОНДАРЧУК.

## КАКОЙ УРОВЕНЬ ШУМА БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ ДОПУСТИМ!

По уровню шума, согласно государственным стандартам, все бытовые машины и приборы условно делятся на бесшумные — до 35 децибел, мал шумные — 35—55 децибел и нормальные — 55—75 децибел.

Повышенный шум может быть причиной раздражительности, усталости, головной боли, действовать на центральную нервную систему. Поэтому у всех бытовых приборов и машин — новых и отремонтированных — обязательно проверяют уровень шума, чтобы он не превышал нормаль-

## ПРЕДЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ШУМА БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ И МАШИН (по ГОСТу)

Наименование прибора	Уровень шума (в децибелах)
Бытовые холодильники компрессионного типа	42
Климатизеры	50
Вентиляторы (в зависимости от модели)	50—60
Кондиционеры	58
Электрические бритвы (в зависимости от модели)	60—63
Механические бритвы	60
Стиральные машины типа СМ и СМР	68
Стиральные машины типа СМП	70
Пылесосы ручные	73
Пылесосы напольные	75

ного. Уровень шума проверяют шумомером. Его показания выражены в децибелах (см. таблицу). Зная, как обычно работает прибор, можно почувствовать

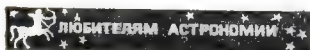
повышенный шум: стуки, скрежет. В таком случае следует обратиться в мастерскую.

А.Н.Ф.

Инженер Д. ЛЕПАНОВ.



Созвездие Пегаса в «Атласе звездного неба» Яна Гевелия.



Раздел ведет кандидат педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

## КРЫЛАТЫЙ КОНЬ

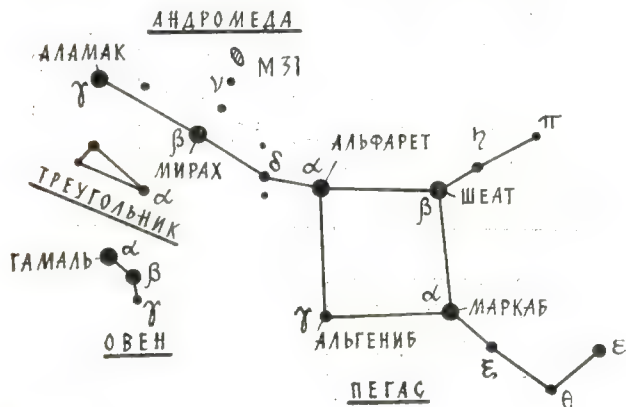
Как только осень с ее благоприятными для астрономических наблюдений вечерами потеснит быстрое лето, во время которого «одна заря сменить другую спешит, дав ночи полчаса», небо засверкает узорами «осенних» созвездий. К востоку от расположившегося вблизи зенита Цефея вы найдете на августовском ночном небе Кассиопею, несколько ни-

же — Персею, а на северо-востоке Возничего и восходящего Тельца. На северо-западе невысоко над горизонтом виден Волопас, правее него — Большая Медведица, а над ней — Малая Медведица. В южной части небосвода ваше внимание привлечет созвездие Лебедя, западнее которого видны Орел и Лира. Созвездия Геркулеса и Северной Короны расположены в запад-

ной области неба, а в юго-восточной, высоко над горизонтом, красуются Андромеда и Пегас. Эти два созвездия в небе как будто бы слились друг с другом. У них даже есть одна общая звезда — Альфарет —  $\alpha$  Андромеды, она же «по совместительству» —  $\delta$  Пегаса. Альфарет вместе со звездами  $\beta$  (Шеат),  $\gamma$  (Альгениб) и  $\alpha$  (Маркаб) образует бросающийся в глаза «квадрат Пегаса». Если вы захотите проверить себя, убедитесь в том, что перед вами действительно Пегас, то нужно мысленно продолжить отрезок прямой, на котором находятся  $\beta$  и  $\alpha$  Большой Медведицы и Полярная звезда.  $\alpha$  и  $\gamma$  Пегаса окажутся вблизи этого направления. Андромеда и Пегас смотрятся как гигантский ковш (его «ручка» образована звездами  $\delta$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  Андромеды), превосходящий по своим размерам широко известный ковш Большой Медведицы. Из «квадрата Пегаса» можно сконструировать даже два варианта ковша. О первом мы рассказали, а второй получится, если ручкой ковша считать не упомянутые звезды Андромеды, а звезды  $\zeta$ ,  $\theta$  и  $\epsilon$  Пегаса, расположенные правее «квадрата Пегаса», от звезды  $\alpha$  Пегаса. Заметим, кстати, что  $\alpha$  Пегаса — Маркаб ( $2.5^m$ ) — не самая яркая звезда созвездия. Она немного уступает по блеску  $\epsilon$  и  $\beta$  Пегаса.

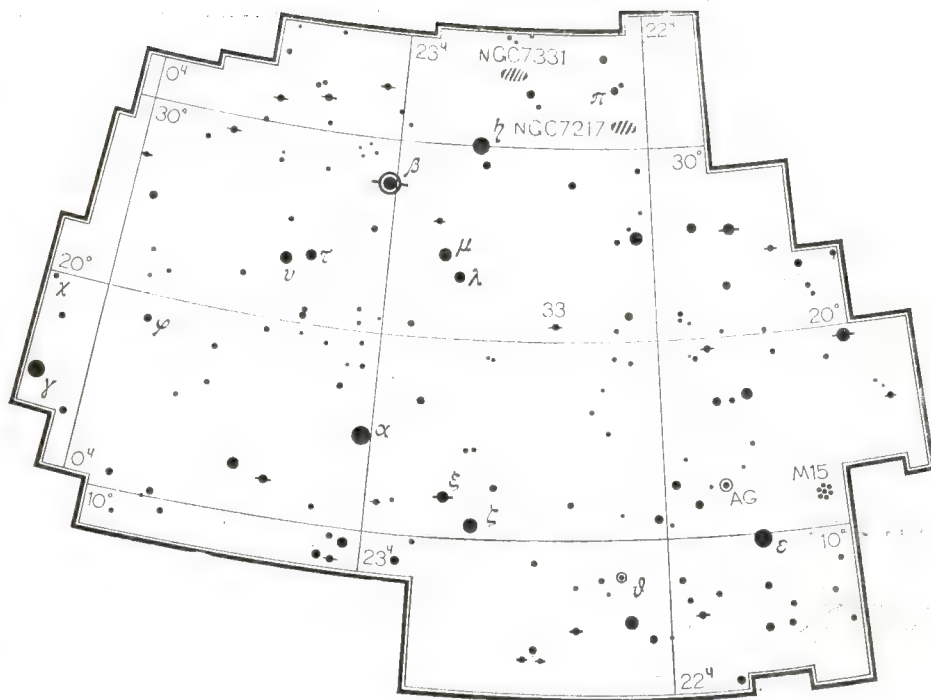
Известно, что поэты всех времен считали Пегаса «своим конем». Пегас — это символ поэтического вдохновения, «оседлать Пегаса» — значит стать настоящим поэтом. Вспомните Пушкина:

Артист! И ты в толпе  
служителей Парнаса!  
Ты хочешь оседлать  
упрямого Пегаса;



Пегас и созвездия, расположенные вблизи него.





Созвездие Пегаса на современной карте звездного неба. Отмечены шаровое скопление M15, галактики NGC 7331 и NGC 7217 переменные звезды  $\beta$ , AG и  $\theta$  Пегаса.

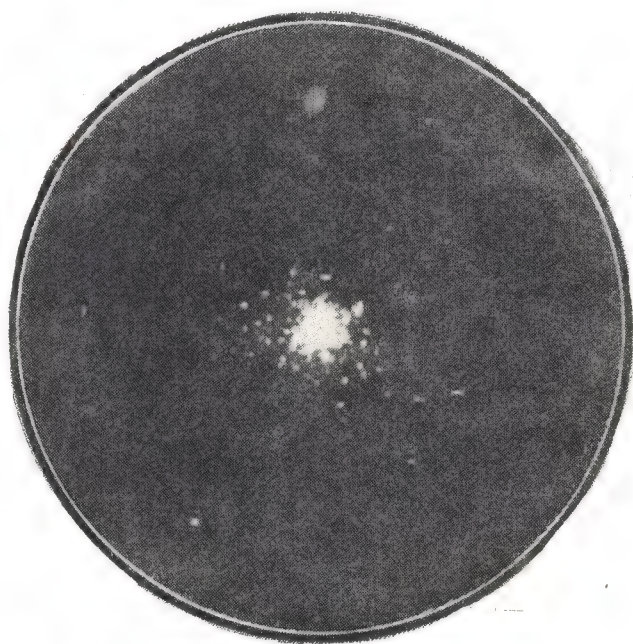
новил великого фламандского живописца Питера Пауля Рубенса (1577—1640) на создание картины «Персей и Андромеда», ныне хранящейся в Государственном Эрмитаже. Другие

мифы дополняют эту историю некоторыми «подробностями», утверждая, что к рождению Пегаса имел отношение бог океана Посейдон, что белоснежный Пегас «сконденсировался» из

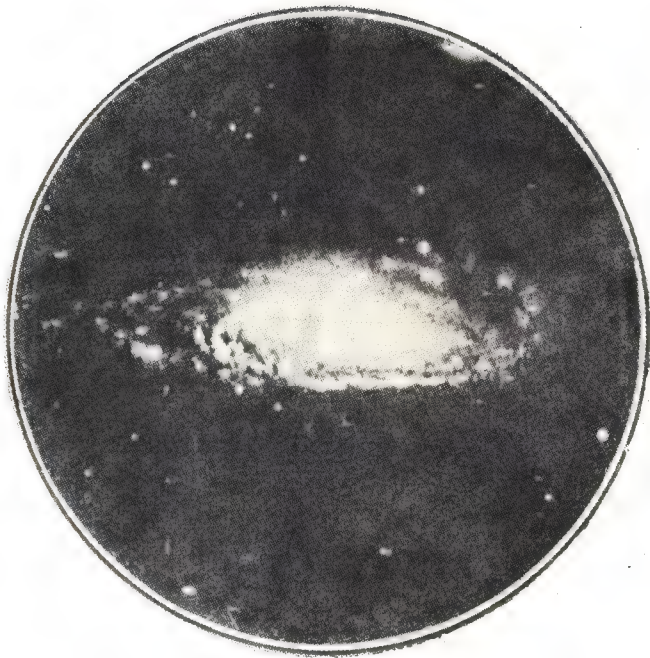
За лаврами спешишь  
опасною стезей,  
И с строгой критикой  
вступаешь смело  
в бой!

Согласно одному из преданий, от удара копыта Пегаса забил источник. Из этого источника музы поэты стали черпать силы и вдохновение для творчества. Упомянут А. С. Пушкиным и Парнас — горный массив в Греции, где, согласно легендам, обитали музы («парнасские сестры»).

Родился волшебный конь, разумеется, тоже необычно: он возник из туловища ужасной медузы Горгоны, побежденной бесстрашным Персеем. Миф о Персее, Андромеде и Пегасе вдох-



Шаровое звездное скопление M 15 в созвездии Пегаса.



Галактика NGC 7331 в созвездии Пегаса.

22<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>,  $\delta = +34^\circ 10'$ . На фотографиях, полученных с очень большими телескопами, видно, что NGC 7331 — спиральная галактика. Подробно изучено распределение яркости этой галактики в ультрафиолетовых, синих и красных лучах, распределение плотности вещества вдоль радиуса, а также свойства поглощающей свет темной пылевой материи. Это один из немногих внегалактических объектов, доступных наблюдениям не только специалистов, но и астрономов-любителей...

### ЧТО НАБЛЮДАТЬ НА НЕБЕ В ИЮЛЕ — АВГУСТЕ

крови Горгоны и морской пены. Появившись на свет, Пегас сразу же приступил к своей непростой работе: он доставлял молнии на Олимп, долго принадлежал коринфскому герою Беллеропонту и помог ему совершить ряд подвигов, а затем стал верой и правдой служить прекрасным музам.

Изображение Пегаса можно встретить уже на звездных картах в IV—III веках до нашей эры, о нем говорится и в произведениях древнегреческого астронома и геометра Евдокса.

Имя крылатого коня, возможно, происходит от двух финикийских слов «пег» и «сус», означающих «взнузданный конь» (изображением такого коня финикийцы украшали свои корабли). Прямое отношение к названию созвездия имеют и названия некоторых его звезд: Альгениб означает крыло, Маркаб — седло.

На что следует обратить внимание в созвездии Пегаса? Пожалуй, прежде всего на шаровое скопление M 15 (NGC 7078). Его можно наблюдать в бинокль. Видимая звездная величина скопления 6<sup>m</sup>, уг-

ловой диаметр превышает 15', экваториальные координаты  $\alpha = 21^h 28^m$ ;  $\delta = +11^\circ 57'$  (расположено правее и выше звезды  $\epsilon$  Пегаса). Это далекое скопление находится от нас на расстоянии 27 000 световых лет. Общая светимость скопления велика: так должны светить несколько миллионов солнц, собранных вместе...

В созвездии Пегаса открыто много слабых переменных звезд (тех, кто хочет заняться изучением этих звезд более основательно, отсылаем к журналу «Земля и Вселенная» №№ 1 и 5, 1976). К ним относится красный гигант  $\beta$  Пегаса. Это неправильная переменная звезда, видимый блеск которой меняется без каких-либо заметных закономерностей в пределах от 2,4<sup>m</sup> до 2,8<sup>m</sup>. Любители, располагающие телескопом с диаметром объектива не менее 60 мм, могут увидеть в созвездии Пегаса веретенообразное пятнышко. Это галактика NGC 7331, видимая звездная величина которой 9,4<sup>m</sup>, угловые размеры 9' и 2'. Экваториальные координаты галактики  $\alpha =$

**Меркурий** — в последней неделе июля и до 18 августа планета будет видна по утрам в северо-восточной части неба.

**Венера** — утренняя видимость, наибольший блеск 22 июля (—4,2<sup>m</sup>). К концу августа продолжительность утренней видимости 4 часа.

**Марс** — виден по вечерам в созвездии Девы, максимальный блеск планет в июле +1,2<sup>m</sup>, а в августе +1,4<sup>m</sup>. Луна пройдет вблизи Марса 17 июля и 19 августа.

**Юпитер** — виден в созвездии Льва, максимальный блеск —1,2<sup>m</sup>. Луна пройдет вблизи Юпитера 15 июля.

**Сатурн** — в июле и первой половине августа будет виден в созвездии Льва, а затем с 16 июля в созвездии Девы, максимальный блеск +1,3<sup>m</sup>. Луна пройдет вблизи Сатурна 18 июля и 19 августа.

**Метеорный поток Персеид.** Максимум потока 11—12 августа. Координаты радианта  $\alpha = 3^h$ ;  $\delta = +57^\circ$ . Ближайшая к радианту яркая звезда —  $\alpha$  Персея.



Монеты Олимпийских игр: Токио-64 (диаметр 22 мм), Мехико-68 (37 мм), Мюнхен-72 (38 мм), Мюнхен-72, Монреаль-76 (38 мм), Монреаль-Польша-76 (31 мм), Монреаль-76 (38 мм).

единках разрешалось наносить удары по упавшему противнику. Бой прекращался только тогда, когда один из противников терял сознание или же добровольно признавал себя побежденным. Для усиления мощи удара кулаки обматывались жесткими ремнями, которые снабжались еще и металлическими пуговицами.

В программу игр Древней Олимпиады входили и конные ристалища. После победоносной для Греции войны с персами и быстрого распространения легкой, тонкокожей и очень подвижной лошади в Древней Греции наблюдается сильное увлечение конноспортивными соревнованиями. Это, естественно, нашло свое отражение и в нумизматике. Большое количество дошедших до нашего времени монет изображают конные соревнования.

Славная и интересная традиция отмечать Олимпийские игры выпуском монет была возрождена в наше время начиная с 1952 года, когда в Хельсинки состоялись XV игры. Впервые после перерыва, исчисляющегося многими столетиями, в Финляндии была выпущена монета, посвященная Олимпийским играм достоинством 500 старых марок. На ней изображены пять пере-



плетенных колец — символ единения спортсменов. В дальнейшем на большинстве олимпийских монет также присутствует эта эмблема.

Не обошлось и без курьезов. Перед началом Олимпийских игр в Мюнхене в 1972 году выпущена монета с надписью: «Олимпийские игры 1972 года в Германии». Эта надпись явилась незаконной, ибо право проведения Олимпиады предоставляется городу, а не стране. Пришлось выпустить 5 новых монет, на которых вычеканили: «Олимпийские игры в Мюнхене».

Рекордсменом по количеству разновидностей олимпийских монет стала Канада. В честь XXI Олимпийских игр в Монреале в 1976 году были выпущены в обращение 28 разновидностей монет достоинством в 5 и 10 долларов.

В Польской Народной Республике в ознаменование XXI Олимпийских игр была выпущена монета в 200 злотых с изображением священной олимпийской чашы с огнем.

В честь XXII Олимпийских игр, которые состоятся в Москве в 1980 году, в нашей стране выпущены в об-

ращение памятные олимпийские монеты достоинством в 1, 5, 10, 100 и 150 рублей. Самая крупная советская олимпийская монета достоинством в 150 рублей чеканится из платины, что является единственным в своем роде в олимпийской нумизматике и вторым случаем в мировом денежном хозяйстве. Впервые монеты из платины чеканились в России с 1828 по 1845 год.

Как правило, олимпийские и спортивные монеты выпускались ограниченными тиражами. Их редко можно встретить в денежном обращении стран. Поэтому каждый, имеющий такую монету, сохраняет ее себе на память, как сувенир, напоминая о ярких спортивных праздниках, о горячих сражениях на стадионах, водных площадках, в спортивных залах.

Монеты к Московской Олимпиаде.

4 реверса медно-никелевых монет, стоимостью в 5 рублей (15, 17—19) и один аверс (20).

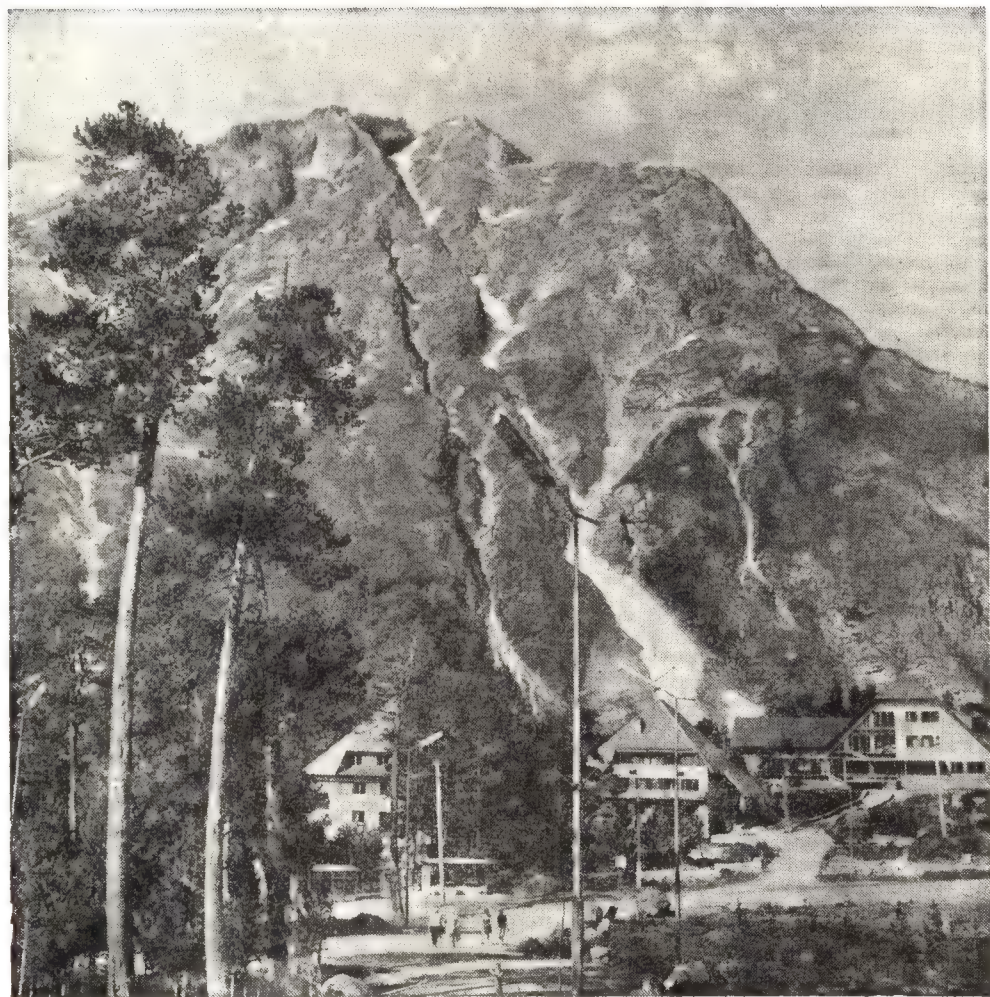
2 реверса серебряных монет стоимостью в 10 рублей (14, 16).

Реверс и аверс платиновой монеты стоимостью в 150 рублей (21, 22).

Реверс золотой монеты стоимостью в 100 рублей (23).







# НЕРОВНОСТИ ШАРА ЗЕМНОГО

Кандидат географических наук В. МАРКИН.

Наше намерение простирается  
к неровностям земной поверхности...  
М. В. Ломоносов.

В последние десятилетия XX века мы узнали, как выглядит поверхность почти всех планет Солнечной системы и Луны. В нашем распоряжении сотни детальных, четких снимков поверхности Венеры, Марса, Меркурия. На этих снимках прекрасно видны кратеры, хребты и борозды, иногда очень похожие на земные рифты.

Когда на других небесных телах обнаруживаются какие-то детали рельефа, похожие на то, что нам знакомо по Земле, оправдывается мысль о сходстве внутренних планетарных процессов, подтверждаются открытые на Земле закономерности. Теперь уже ясно, что знакомство с космосом прежде всего сближает нас с родной Землей.

## МИР, УСТРЕМЛЕННЫЙ ВВЕРХ

Природа не любит острых углов. Все в ней рано или поздно стремится принять форму округлую, сглаженную, шарообразную. И это имеет физическое объяснение: поверхность шара наиболее экономична



Одна из высокогорных научно-исследовательских станций на Кавказе — Эльбрусская станция географического факультета МГУ, база комплексных исследований природы гор.

с точки зрения взаимодействия и молекулярных и гравитационных сил. Наибольший объем помещается в шаре под наименьшей поверхностью.

Близка к шару и форма Земли.

Земля в общем-то равнинная планета. Горы занимают всего 36 процентов ее площади. Наиболее обширные плоские пространства Земли — это поверхности морей и океанов. Но и под толщей воды на дне океанов скрывается немало высоких гор.

Если удалить из океанов Земли воду, обнаружится ступенчатость в рельефе планеты. Предельный перепад земных высот около двадцати километров. Ну, а если гор бы на Земле вообще не было, то были бы одни океаны да болотистые низменности, совсем не было бы рек.

Впадины океанов и поднятия материков вносят в гармонию поверхности планеты существенный элемент беспорядка. Да и всякая горная страна представляется сверху невообразимым хаосом вершин, хребтов, долин, ледников... Чтобы пересечь пешком хотя бы совсем небольшой горный участок планеты, над которым самолет пронесется всего за пять минут, уйдет много дней, а кое-где такое пересечение окажется и вовсе невозможным.

Горы — это нечто грандиозное. Это огненная лава вулканов и многокилометровые ледники, бездонные пропасти ущелий и ледниковых трещин, ярчайшие ковры цве-



Нагромождение лавовых потоков. Склон Эльбруса.

тов и одноцветье снежных полей, нестерпимо жгучее солнце и жестокий мороз среди лета, ревущие водопады и безмолвные ступени ледопадов, мелодичное журчание ледниковых ручейков и грохот смертоносной лавины. Горы — это рудники, пастбища, «ледяные кладовые» драгоценной пресной воды.

Ледник в Западных Альпах.





Горы значительно увеличивают разнообразие земной природы. Поднимаясь к вершинам, можно совершить путешествие, например, из тропических джунглей в арктический мир вечного снега и льда, последовательно миновав все географические пояса Земли, расположившиеся на склоне этажами.

В горах — источник жизни. Горы аккумулируют на своих ледниках и склонах всю избыточную влагу воздушных масс, «консервируют» ее на тысячелетия. Малыми порциями каждое лето они отдают влагу засушливым равнинам, а зимой пополняют свои запасы. И может быть, это — главное чудо, которое совершается в горах. Горы сберегают нам «про черный день» драгоценную воду. Мы уже начинаем понимать, какая огромная ценность для нас и для наших потомков эта чистая пресная вода.

### ТАЙНА РОЖДЕНИЯ ГОР

Современные представления о строении гор, их происхождении, их роли в жизни нашей планеты прошли долгий и не совсем гладкий путь развития.

Древнегреческие философы, конечно, уже ставили перед собой вопросы о происхождении гор. Но ответы их были еще очень далекими от реальности. Представления о горообразовании, господствовавшие в средние века, не выходили за пределы религиозных догм и понятий. Но вот в начале XVI века Леонардо да Винчи, наблюдая за рытьем каналов, обратил внимание на то, что в пластах горных пород, удаленных от моря, заключены морские раковины. Он первым открыл истину, теперь для нас несомненную, что моря и горы в прошлом находились не там, где их застают люди, и что горы могут постепенно подниматься из пучин моря, а моря — расширяться на сушу.

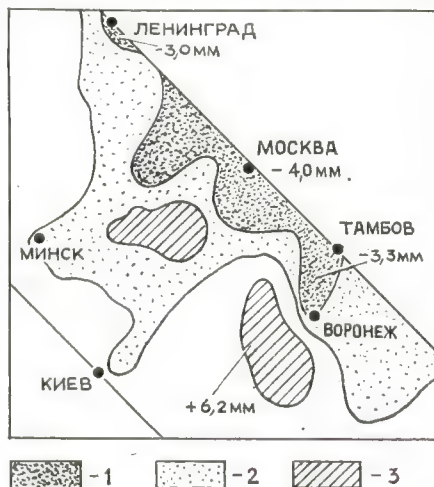
Живший в Италии датчанин Николай Стенсон (итальянцы его звали Стено, под этим именем он и вошел в историю геологии) в 1669 году опубликовал трактат, в котором пытался объяснить причину нарушения горизонтальности земных пластов в горных складах. Верный своему времени, Стено не отвергал роль всемирного потопа в образовании горных долин и впадин между хребтами. Но он допускал возможность воздымания гор благодаря действию «подземного огня», глубинных толчков, обвалов и обрушений. Эти воззрения Стено, хотя и были еще очень примитивны, обогнали время по крайней мере на столетие.

Знаменитый натуралист XVIII века Леклерк де Бюффон, автор в свое время чрезвычайно популярной «Всеобщей и частной истории природы», высказал гипотезу всеобщей эволюции земного шара. Масса Земли, по его представлениям, отделилась от Солнца в результате удара кометы. Затем Земля остывала, покрывалась твердой корой, над ней сгущались водяные пары, образовав первичный, всепланетный океан. Течения воды, вызванные приливами и отливами, промывали в рыхлой земной коре глубокие долины, а частицы твердого материала пе-



Кривая уровней земной поверхности (по И. С. Щукину). По вертикальной оси отложены высоты и глубины земной поверхности относительно уровня Мирового океана, по горизонтальной — площади в миллионах квадратных километров. Кривая наглядно демонстрирует соотношение площадей, занимаемых неровностями разного масштаба на поверхности земного шара. Самая высокая горная вершина Земли возвышается относительно глубочайшего Марианского жёлоба в Тихом океане на 20 000 метров.

реносились с места на место. Где-то они откладывались, образуя высокие нагромождения. Первые горы скопились, прибитые центробежной силой, у экватора. Потом вода частично ушла в подземные полости. Обнажились материки. Огромную роль в их размытии стали играть реки, ветры,



Современные тектонические движения на Русской платформе. Изолинии соединяют пункты, для которых измерены одинаковые величины поднятия или опускания. 1 — районы, опускающиеся со средней скоростью более 2 мм в год, 2 — со скоростью меньше 2 мм в год, 3 — районы, испытывающие поднятие. Москва и Ленинград находятся в зоне опускания (3—4 мм в год), а к юго-западу от Москвы и Воронежа расположились два района довольно интенсивного поднятия — 6 мм в год. (По Ю. А. Косыгину.)





Профиль Кавказа по меридиану, от Армении до Ставрополя (по Н. В. Дмитриашко и С. К. Горелову). Смятые в складки осадки бывшего океана Тетис прерываются тектоническими разломами, понижением долины реки Рион и вулканическим массивом Эльбруса. Вершины многих гор плоские. Это остатки древней равнины, следы того периода, когда нынешних гор еще не было, а старые уже были полностью срезаны, разрушены силами выветривания. 1 — горные складки, 2 — вулканические породы, 3 — тектонические разломы, 4 — следы древних равнин — поверхностей выравнивания.

землетрясения и извержения вулканов. Вулканы Бюффон понимал как своеобразные подземные «костры» из горючих пород. Когда породы выгорали, образовывались пустоты, а потом провалы. Образование гор Бюффон считал периодическими катастрофическими процессами.

Всего через четверть столетия после первых трудов де Бюффона появилась работа Михаила Васильевича Ломоносова «О слоях земных. Прибавление второе к первым основаниям металлургии и рудных тел» (1763 год), где Ломоносов высказал мысли, созвучные многим нашим современным представлениям. Он указал на то, что наблюдаемые нами неровности земной поверхности отражают внутреннее строение земной коры, происходящие в ней процессы. А сами разнообразные формы гор суть результат совместного действия сил внутренних, которые он называет «земным трясением», и внешних, к которым относит «сильные ветры, дожди, течение рек, волны морские, льды, пожары в лесах, потопа». Примечательно, что потопа Ломоносов упоминает в самом конце перечня, тогда как, по мнению большинства ученых того времени (в том числе и Бюффона), роль «всемирного потопа» в процессе горообразования стояла на первом месте. Да и потопа, о которых говорит Ломоносов, ничего общего не имеют с библейскими. Это просто разливы морей над опускающимися участками суши.

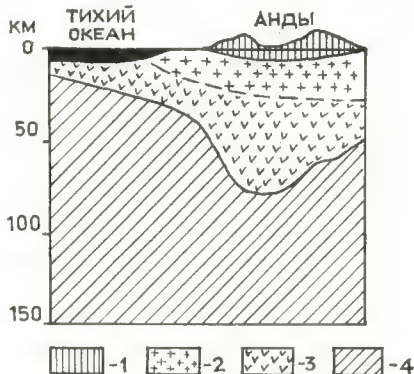
«Чем возвышены великие хребты Новотаврийские, Кордильерские, Пиринейские и другие, и самые главные горы, то есть части света?» — вопрошал Ломоносов. И отвечал: «Конечно, не ветром, не дождями, кои еще с них землю смывают, конечно, не реками, кои из них же протекают». Ломоносов был «плутонистом», поскольку сре-

ди причин образования гор главную роль отводил движениям внутри земной коры. К таким же взглядам в конце жизни пришел и де Бюффон, объяснивший возникновение гор серией внутренних катастроф. Их он насчитал в истории Земли больше тридцати.

Представления «плутонистов» наиболее четко систематизировал шотландец Геттон, издавший в 1788 году «Теорию Земли». Суша и горы на ней, согласно Геттону, образовались в результате поднятия морских осадков силой подземного жара. По трещинам, возникавшим при этом поднятии, выливались на поверхность земли расплавленные базальты, а осадочные породы под действием высокой температуры превращались в граниты. Вывод Геттона о том, что при формировании гор горные породы неузнаваемо преобразуются, привел к развитию современной теории метаморфизма горных пород.

Казалось бы, новая гипотеза очень убедительно объясняла многое. Но не так просто было отказаться от старых, привычных представлений. Развернулась борьба сторонников старинной мысли о «потопах» с приверженцами новых идей. Борьба «вептунистов» с «плутонистами».

Член Петербургской Академии наук Петр Симон Паллас, выступая в семидеся-



Разрез земной коры и верхней мантии через высочайший горный хребт Южной Америки Анды (по И. А. Резанову). Под горным хребтом земная кора значительно утолщена за счет превращенных в гранит морских осадков (1). Материковая кора образована в основном гранитами (2), океаническая — базальтами (3). 4 — мантия.

тых годах XVIII века в публичном заседании Академии, прочел свой мемуар о природе гор и изменениях земного шара. Он впервые заявил тогда, что в ядрах горных хребтов присутствуют массивные породы типа гранита, а осадочные породы как бы прислонены к ним. Лишь действием вулканических сил объяснил Паллас образование горных складок. Тем самым он отказался от прежних своих взглядов, соответствовавших «нептунистской» концепции.

Постепенно, один за другим, крупнейшие ученые переходили от «нептунистских» представлений к «плутонистским». Эли де Бомон, Леопольд Бух, Александр Гумбольдт — все они на протяжении жизни резко изменили взгляды на развитие горных систем. Правда, отвергнув представления о горообразующей роли воды, они при этом несколько односторонне приняли вулканическую гипотезу.

Гумбольдт, например, познакоившись с вулканами Южной Америки, считал вулканизм единственным или по крайней мере важнейшим горообразовательным процессом. В каждой горной стране над хаосом горных цепей и долин должны доминировать вулканы. Так считал Гумбольдт. И когда однажды к нему, профессору университета в Берлине, пришел тридцатилетний магистр ботаники из России Петр Петрович Семенов и рассказал о своем плане большой экспедиции на Тянь-Шань, престарелый ученый воскликнул: «Привезите мне образцы вулканических пород! Тогда я смогу умереть спокойно...»

В 1856 году Семенов со своим отрядом проник к самому «сердцу» Тянь-Шаня, Небесных гор. Он открыл грандиозную горную страну и за это открытие получил впоследствии приставку к своей фамилии — Тянь-Шанский. Однако вулканов на Тянь-Шане он не обнаружил и просьбу великого географа, которого называли тогда «Аристотелем XIX века», удовлетворить не смог.

Новые открытия заставляют многое пересмотреть заново. Спустя десять лет после экспедиции на Тянь-Шань П. П. Семенова вернулся из последней своей сибирской экспедиции молодой географ П. А. Кропоткин. Знакомство с обширной горной областью Восточной Сибири убедило его в том, что Гумбольдт был не прав и в своей схеме горных сооружений Азии, составленной им умозрительно. В соответствии с тогдашними представлениями Гумбольдт расположил горные цепи строго по меридиану или параллелям, так что они, пересекаясь, образовывали геометрически правильные квадраты. Кропоткин своими глазами увидел совсем иную картину: горные хребты окаймляют обширные приподнятые плоскогорья, которые Кропоткин первый и совершенно правильно посчитал остатками древнего ядра азиатского материка. Спустя четверть века Владимир Афанасьевич Обручев назовет этот район «Древним теменем Евразии».

«Древнее темя Евразии» стало одним из узлов грандиозной схемы рельефа Земли, построенной в капитальном труде «Лик

Земли» венским геологом Эдуардом Зюссом. Три тома этой книги вышли в 1883—1909 годах. В ней был подведен итог двух веков геологии. Была изложена теория строения Земли и происхождения гор, которая потом несколько десятилетий считалась истинной и неоспоримой.

Два типа движений были признаны существенными в процессе горообразования: быстрые сжатия земных слоев в складки и медленные, постепенные поднятия, как бы вздутыя отдельных участков поверхности. Теория образования горных складок привлекла особенно большое внимание ученых. Вот что писал известный русский геолог А. А. Иностранцев в своей статье в Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона, в девятом томе, вышедшем в 1893 году: «Земля образовалась из расплавленной огненножидкой магмы, а потому она есть мировое тело охлаждающееся, т. е. сокращающееся в своем объеме. Как результат такого сокращения и являются на ее оболочке складки, т. е. горы, которые следовательно есть морщины, свидетельствующие об известной старости нашей планеты».

У других авторов можно найти сравнение Земли с печеным яблоком. Этот образ очень нравился сторонникам теории контракции, то есть сжатия земной коры вследствие постепенного уменьшения объема остывающей планеты.

Но вот в середине XX века и этот уже широко утвердившийся аргумент теории горообразования был опровергнут. Наука отказалась от представлений о первоначально горячей Земле. Академик О. Ю. Шмидт разработал теорию формирования Земли из холодной материи: разогревание ее недр произошло потом благодаря радиоактивному распаду некоторых элементов.

В двенадцатом томе Большой Советской Энциклопедии, вышедшем в 1952 году, написано так: «Образование гор фактически связано главным образом не со складкообразованием, а с процессом колебательных движений земной коры... Образование гор представляется как медленное сводное поднятие земной коры при одновременном расчленении поверхности неравномерно поднимающегося участка проточными водами на горные хребты, отдельные вершины и долины...» Новые представления в какой-то мере увязываются с очень старыми. И это, конечно, естественно, развитие идей идет по спирали.

Гипотеза Альфреда Вегенера о «плавающих материках» (см. «Наука и жизнь» № 1, 1975) была построена на совершенно новой идее, поразившей всех своей необычностью и в то же время простотой. Приведя комплекс доказательств из арсенала различных наук о Земле, Вегенер предложил признать за материками способность к перемещению. Материки не неподвижны, они то расходятся, освобождая пространство для океанов, то сближаются, безжалостно сминая земную кору в складки горных систем. Вегенер уподоблял материки айсбергам, плавающим в более плотном



подкоровом веществе — мантии (два основных слоя в литосфере выделил Эдуард Зюсс). Популярность «сумасшедшей» теории Вегенера была огромна. Но был у нее один слабый момент — она не очень убедительно объясняла механизм движения материков, не давала четкого представления о той силе, которая приводит в движение материковые глыбы. Постепенно интерес к идеям Вегенера стал угасать. Но вдруг в конце 30-х годов, а особенно в 60-х годах XX века, почти забытая гипотеза испытала возрождение.

Конечно, она была уже не совсем такой. Геология собрала огромное количество нового материала. Новые факты науки как раз и предоставили сильнейшие аргументы в пользу старой гипотезы «дрейфа континентов». Возрожденная теория получила название «новой глобальной тектоники». Под ее влиянием сложились современные представления о горообразовании.

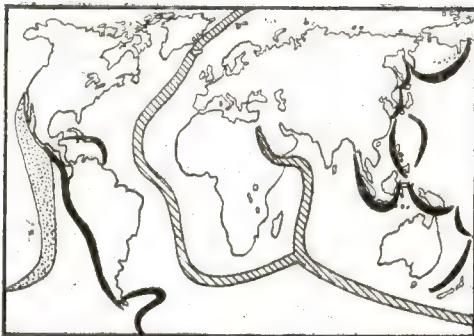
### ТЕКТОНИКА — «СТРОИТЕЛЬСТВО» ПЛАНЕТЫ

Две самые верхние оболочки твердой Земли — земная кора и верхняя мантия — это особая сфера, в которой непрерывно идет формирование основных черт изменчивого «лица Земли», возведение и низвержение горных сооружений, материков и океанических впадин. Это тектоносфера нашей планеты (по-гречески «тектонике» — строительное искусство). Кто же строитель?

Еще со времен первых «плутонистов» стало ясно, что главную роль в образовании неровностей крупного масштаба на поверхности Земли играют земные недра. Теперь это уточнено. Движения в глубинах планеты, пишет член-корреспондент АН СССР В. Е. Ханя, «вызваны стремлением вещества земных оболочек к восстановлению равновесного состояния, непрерывно нарушаемого как внутренними факторами — разуплотнением и переходом части земного вещества в расплавленное состояние под влиянием накопления тепла радиоактивного распада, так и внешними, космическими факторами — изменением скорости вращения Земли вследствие изменения вокруг Земли гравитационного поля».

Термин «геотектоника» впервые употребил немецкий геолог К. Науман в 1860 году, но наука геотектоника оформилась лишь спустя более чем столетие — в 70-х годах XX века. Истоки этой науки — в трудах советских ученых М. М. Тетяева и В. В. Белоусова.

Горообразование — результат очень многих процессов, не все из которых еще до конца ясны. В основе его — постоянное перераспределение вещества внутри Земли. Подобно атмосферной циркуляции, существуют движения вещества в подкоровном слое, конечно, более медленные, но столь же сложные. Эти движения в мантии — одна из главных причин образования гор.



1 — срединные океанические хребты, 2 — островные дуги, 3 — срединные океанические хребты, разсеченные рифтами

Островные дуги и срединные океанические хребты (по Ю. М. Шейнеманну). Система срединных океанических хребтов (1), разсеченных рифтами, ее длина более 60 тысяч километров. Здесь идут процессы формирования земной коры океанического типа. Дуги усеяны вулканами островов на стыке материков и океанов (2) — очаги рождения земной коры материкового типа. К этому разряду структур примыкают южноамериканские Анды и обширное по площади Восточно-Тихоокеанское подводное поднятие (3).

Накопление тепла в недрах планеты создает очаги разогрева, вокруг которых вещество мантии становится менее плотным. При этом разуплотнении, естественно, увеличивается объем и поднимается горячая волна, вздувающая над собой земную кору. Над гребнем волны возникают разломы, по которым вещество мантии изливается на поверхность Земли. На дне океанов в таких зонах рождается новая земная кора — океаническая, по составу базальтовая. Происходит расширение дна океанов.

Но идут и другие процессы. Напрямик, на окраинах материков, там, где они граничат с океаном. Здесь край материковой коры дробится, и плита мощных морских осадков погружается в глубины, на переплавку. А спустя какое-то время переплавленное вещество возвращается через кратеры вулканов. Цепочки вулканов тянутся по зоне контакта.

Знаменитая «огненная дуга» Тихого океана, включающая вулканы Камчатки, Курил, Японии и Филиппин, — это результат медленного идущих современных нам процессов горообразования. А Ирано-Гималайский горный пояс, Кавказ, Альпы — «памятники» былым зонам контакта материка и океана — сомкнувшиеся берега существовавшего миллионы лет назад океана Тетис. Мощная «веревка» Кордильер (так переводится с испанского это название гигантской горной цепи Южной Америки) с узлами андезитовых вулканов «сплетена» в то время, когда материковая глыба надвигалась на ложе океана. Возможно, когда-то был срединным океаническим хребтом ныне седой, полуразрушенный Урал. Остатки древних базальтов дна океана встречаются в его долинах.

Тянь-Шань возник не сразу. В очень далеком прошлом он был столь же велик и грозен, как и сейчас. Но это были не высокие горы. Те старые горные гиганты под действием сил выветривания (к ним относят силу тяжести, действие текучих вод, ледников, ветра, солнца и мороза) со временем разрушились под самый «корень». На их месте образовалась равнина (к такой равнине сейчас приближается и Урал). Но потом в этих же местах началось новое поднятие глубинных масс. И возродился Тянь-Шань. О том, что в его истории был равнинный этап, говорят поднятые на большие высоты обширные ровные пространства — так называемые «сырты», излюбленные киргизами пастбища среди гор.

Не только Тянь-Шань, многие горы на Земле имеют сложную судьбу — исчезали, а затем возникали вновь. Горные цепи обычно формируются вдоль существующих издревле планетарных глубинных зон разломов и углубляющихся впадин. Прежде чем возникнут горы, на этом месте плещется океан, в котором происходит медленное накопление осадков: песок, глина, ил, «известковый дождь» панцирей моллюсков, орошающий океаническое дно. Подмечено, что циклы горообразования повторяются на Земле через 150—200 миллионов лет. Возможно, они связаны с тем движением, которое наша Земля совершает незаметно для нас вместе со всей Солнечной системой вокруг центра Галактики.

Стремительно мчась в просторах Вселенной (со скоростью 220 километров в секунду), Земля совершает оборот вокруг ядра Галактики за 200 миллионов лет. Есть предположение, что при этом непрерывно изменяется гравитационный потенциал Галактики на единицу массы Земли. В сезон галактического лета (когда мы ближе всего к центру Галактики) он почти на треть больше, чем в сезон галактической зимы. Огромные массы вещества в центре Галактики то притягивают нашу Землю (вместе с Солнцем и всеми другими планетами Солнечной системы), то «отпускают». Земля то сжимается, то слегка расширяется. Это не совсем новая идея, еще полвека назад ее развивал В. А. Обручев. Только объяснение теперь нашли более обоснованное.

Однако далеко не все ученые согласны с этими представлениями. Например, известный советский тектонист В. В. Белоусов видит причину всевозможных «grimас» лика Земли лишь в изменчивости тепловых режимов недр. Построения защитников идей «новой глобальной тектоники» он называет антиисторичными, противоречащими идее единства и взаимосвязанности всех природных процессов. Член-корреспондент АН СССР океанолог А. С. Монин поддерживает взгляды «мобилистов», но изображение об изменении в окрестностях Солнечной системы гравитационного потенциала в результате внутригалактических движений считает совершенно несобослованным. Борьба идей продолжается...

Интересную гипотезу высказал геолог Е. А. Личков.

Земля, по его мысли, образовалась из сгустка бесформенных, угловатых астероидов и метеоритов. Как только размер этого сгустка превысил некоторую критическую величину, силы тяготения одержали верх над силами сцепления. Под воздействием могучей гравитации началось формирование шарообразного тела Земли — выравнивание ее поверхности, «оплывание» всех старых граней и неровностей большого масштаба. Впадины океанов и материков создали в этих условиях равновесную систему — тонкая, но тяжелая земная кора океанического дна уравнивала более легкую, но неизмеримо более мощную кору материков. Рельеф Земли стал производной ее радиуса. Форма максимально приблизилась к идеальному шару. Но...

Но Земля не стоит на месте. Она вращается вокруг своей оси, вокруг Солнца и вместе с ним и всеми планетами Солнечной системы, вместе со своим спутником Луной стремительно несется в просторах Вселенной. Вся эта динамика, несомненно, влияет на внутреннее равновесие планеты. Достаточно убедительно это пока прослежено лишь для осевого вращения, скорость которого периодически меняется. И при каждом ее изменении Земля должна приспособиться к новым условиям. Увеличится скорость — возрастет степень сжатия у полюсов, с большей энергией идет процесс выравнивания поверхности планеты. При уменьшении скорости осевого вращения идут противоположные процессы, и горные пояса, приуроченные к особым, «критическим» параллелям Земли, вздымаются. Таким образом, тектоника, по Личкову, служит своеобразной реакцией на перестройку гравитационных сил.

Заключение можно сделать такое: все крупные неровности шара земного — горы — своим появлением на поверхности планеты обязаны и внутренним силам Земли и столь же могущественным внешним, космическим силам. А вот уничтожение гор, их разрушение — дело сугубо земных сил. О них мы уже говорили. Как бы ни были высоки горы, все они медленно, постепенно превратятся в равнины, но на смену им, очевидно, поднимутся новые...

#### НА ЦВЕТНОЙ ВКЛАДКЕ

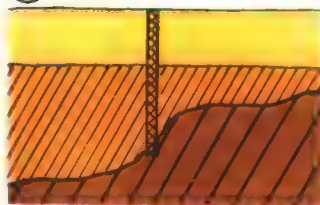
Основные этапы развития Байкальского рифта. Вдоль разлома, образовавшегося около тридцати миллионов лет назад, началось движение к поверхности потоков вещества верхней мантии (Ia — Ib) пониженной плотности, возникла впадина (II—IIIa и IIIb), впадина углубляется в границах разлома (IV). 1 — земная кора, 2 — верхняя мантия, 3 — разуплотненный очаг в верхней мантии, 4 — смесь вещества мантии и коры, 5 — направление движения потоков, 6 — тектонические разломы.

Мир гор — над зелеными долинами Кавказ, долина Басана.

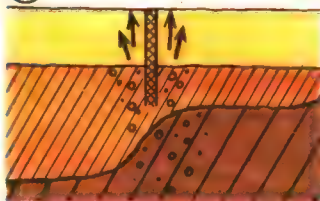
Профиль Байкальской котловины — с северо-запада на юго-восток, от Байкальского хребта до хребта Улан-Бургасы (по В. П. Солоненко). Байкальский рифт заполнен осадочными породами (1) толщиной более 5 километров, смятыми по краям в складки (2), и обрамлен мощными гранитными массивами (3).



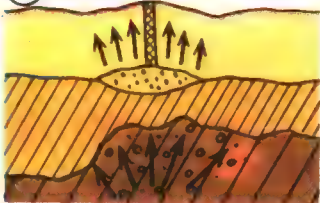
Ia



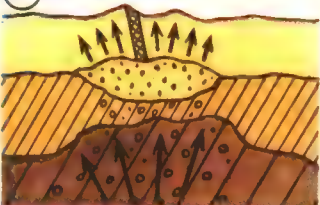
Iб



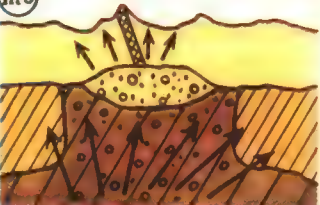
II



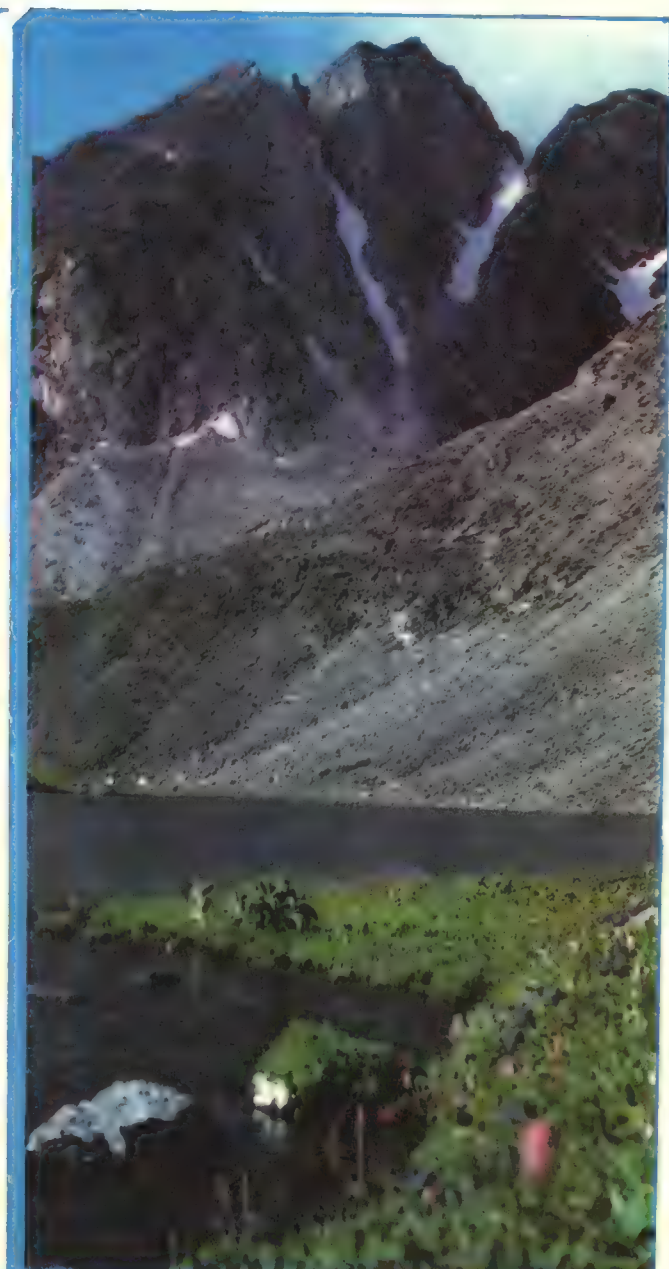
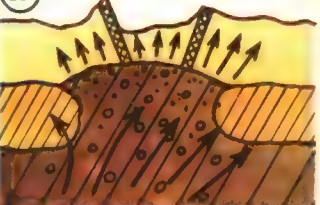
IIIa



IIIб



IV







# КАК ПРАВИЛЬНО?

**ПРАВИЛЬНО ЛИ ГОВОРИТЬ «ПОБЕДИТЕЛЬ СОРЕВНОВАНИЯ» ИЛИ ТОЧНЕЕ СКАЗАТЬ «ПОБЕДИТЕЛЬ В СОРЕВНОВАНИИ»?**

Колебания в этих сочетаниях отражают изменения норм современного русского литературного языка. Традиционная норма требует, чтобы зависимое слово употреблялось без предлога только в том случае, если оно называет побежденного, то есть того, кого одолел победитель. Здесь существует прямая связь с управлением самого глагола. Сравните: победил великана — победитель великана, победил чемпио — победитель чемпиона.

Если зависимое слово называет вид борьбы или состязания, то по традиции при существительном, как и при глаголе, должен быть применен соответствующий предлог. Например: победит в соревнованиях по скоростному бегу, и соответственно: победитель в соревнованиях по скоростному бегу. Однако, повторяем, такова традиционная и, пожалуй, устаревшая в языке норма.

Под влиянием таких сочетаний, как лауреат конкурса, чемпион спартакиады, рекордсмен состязаний и т. п., сочетание без предлога, то есть победитель соревнования широко распространилось и стало общепринятым.

Сочетание победитель социалистического соревнования закреплено, например, в названии учрежденного в нашей стране нагрудного знака.

Таким образом, в современном литературном языке сосуществуют и считаются одинаково правильными оба сочетания: традиционное победитель в соревновании и новое — победитель соревнования.

## ВЫМПЕЛЫ ИЛИ ВЫМПЕЛА?

Нормативные словари-справочники русского литературного языка относят форму множественного числа от слова вымпел к разряду варьирующихся и одинаково допустимых. Одинаково правильно сказать — яркие вымпелы и яркие вымпела. Словарь-справочник «Трудности словоупотребления и варианты норм русского литературного языка», изданный в 1973 году, рассматривает форму вымпела как допустимую при общелитературной вымпелы.

Говоря в целом о допустимости формы вымпела, следует отметить, однако, что в стилистическом отношении варианты вымпелы и вымпела не равнозначны. Традиционная общелитературная норма закрепляет постоянное ударение на первом от начала слова: яркие вымпелы, много вымпелов, обмениваться вымпелами, говорить о вымпелах. Вспомните песню о «Варяге»: «Все вымпелы

вьются и цепи звенят, наверх якоря поднимают...» На фоне общелитературного ударения такие формы, как вымпелов, вымпелами, о вымпелах и т. п., следует рассматривать скорее как просторечные или профессиональные, но никак не нейтрально-литературные.

Повторяем, ударение на основе вымпелы следует расценивать как общелитературное, а форму с переносом ударения на окончание — вымпела — как допустимую и стилистически ограниченную.

## ЧТО БУКВАЛЬНО ЗНАЧИТ СЛОВО «ГИГИЕНА»? ОТКУДА ОНО ПРИШЛО В РУССКИЙ ЯЗЫК?

В современном русском языке слово гигиена применяется прежде всего для обозначения раздела медицины, в котором изучаются условия сохранения здоровья. Кроме того, гигиеной называют систему мероприятий, действий, направленных на соблюдение чистоты, а тем самым и сохранение здоровья людей. Мы говорим, например, — необходимо соблюдать гигиену труда, личную гигиену, «существуют правила гигиены» и т. д.

У русских писателей можно встретить переносное употребление слова гигиена. У Писарева находим сочетание «нравственная гигиена», у него же в статье «Подростающая гуманность» содержится такое рассуждение: «Если возможна гигиена ума и характера, обе они достигнут своего совершенства и обнаружат свое плодотворное влияние только тогда, когда соединение это, о котором теперь невозможно и мечтать, сделается действительным и общепризнанным фактом».

В русский язык слово гигиена пришло непосредственно из немецкого или французского. Впервые его отмечает «Новый словотолкователь» Яновского, словарь, который вышел в 1803 году.

По происхождению гигиена — слово греческое. Исторически оно восходит к слову гигейнос, гигея, что значит «здоровый», «здоровье». В древнегреческой мифологии Гигея — это богиня здоровья. У Державина есть стихотворение, прославляющее Гигею. Называется оно «Богине здравия»:

Здравья, богиня благая,  
Век ты со мною, Гигея, живи!  
В дни живота моего  
Мне ты спутницей буди!

.....  
Всякая радость с тобой благовонней  
цвете.

Если ж, богиня, ты отступаешь,  
Благо с тобой все уходит от нас.

Старший тренер московского бассейна «Чайка» Ю. ШАПОШНИКОВ.

Кто из юношей не мечтает быть ловким, сильным, иметь красивую атлетическую фигуру! Добиться этого смогут те, кто любит спорт, кто занимается физическими упражнениями, развивающими силу. К числу таких упражнений относятся занятия с гирями. Гири позволяют выполнять множество силовых упражнений самого разнообразного характера, чем и объясняется их популярность. Особым признанием гири пользовались в России, недаром их называют классическим спортивным снарядом русских силачей. Занимались с гирями Иван Поддубный и Якуба Чеховской, Петр Крылов и Георг Гаккеншмидт, Александр Знаменский, Иван Шемякин, Николай Вахтуров и многие другие.

В программу выступлений цирковых атлетов обязательно входили разнообразные и эффективные силовые трюки. Знаменитый силач Якуба Чеховской подбрасывал вверх двухпудовые гири и ловил их на грудь. Атлет Александр Знаменский брал двухпудовую гирю за дужку и, держа ее вверх одной рукой, ставил на нее другую двухпудовую гирю и выжимал обе. Георг Гаккеншмидт, подняв двухпудовые гири, опускал прямые руки горизонтально, а затем снова поднимал вверх — и так пять раз. Сергей Елисеев три раза подряд поднимал вверх («вырывал») одной рукой две несвязанные двухпудовые гири.

Конечно, добиться рекордных успехов можно только в результате регулярных и настойчивых занятий. Приступить к занятиям с гирями можно тем, кто не менее года регулярно занимался упражнениями с отягощениями, в частности с гантелями, и довел их вес до 10—12 кг. Вначале упражнения нужно выполнять с гирями по 16 кг. Спешить с увеличением нагрузки не



стоит. Она должна возрастать постепенно. По мере тренированности вес можно увеличивать, соблюдая следующее правило: если вы сможете выполнить то или иное упражнение без нарушения техники движений 15 раз, то вес можно увеличить настолько, чтобы вы смогли выполнить упражнение 5—6 раз. Заниматься рекомендуется три раза в неделю, в дневное время за 1,5—2 часа до обеда, вечером — не позднее чем за 3 часа до сна.

Выполняя упражнения, добивайтесь того, чтобы все движения были правильны-

ми и четкими. Перед занятиями с гирями проделайте хорошую разминку, в нее нужно включить упражнения на гибкость и на растягивание. Заканчивайте разминку прыжками и бегом (3—5 минут) с переходом на ходьбу.

После выполнения каждого силового упражнения нужно делать паузу в 2—3 минуты, во время которой походите, проделайте дыхательные упражнения и расслабьте те мышцы, на которые приходилась наибольшая нагрузка. Количество повторений каждого упражнения к концу года можно довести до 15—20, выполняя их в трех подходах. Периодический медицинский контроль в течение всего времени занятий обязателен.

#### УПРАЖНЕНИЯ:

1. Поставьте ноги на ширину плеч. Наклонитесь вперед и обхватите ручку гири двумя руками хватом сверху. Выпрямляя туловище — поднимите гирю вверх, пронося ее как можно ближе к туловищу, — вдох. Зафиксировав крайнее верхнее положение, опустите гирю на пол — выдох. По мере тренированности упражнение выполняйте с виса, то есть в исходном положении гиря должна находиться в опущенных руках.

2. Поставьте гирю перед собой на пол. Наклонитесь вперед и обхватите правой рукой ручку гири снизу, а левой сверху. Выпрямляя туловище, поднимите гирю к правому плечу так, чтобы гиря была с наружной стороны предплечья, а локоть опущен вниз — вдох. Зафиксировав принятое положение, опустите гирю в исходное положение — выдох. По мере тренированности подъем гири к плечу выполняйте одной рукой.

3. Поднимите гирю к правому плечу способом, указанным в упражнении 2. Ле-



вую руку поставьте на пояс, а правой поднимите (выжмите) гирию вверх — вдох. Четко зафиксировав крайнее верхнее положение руки с гирей, опустите отягощение в исходное положение — выдох. Если жим не получается, то поднимите гирию толчком.

4. Поставьте ноги врозь. Поднимите гирию двумя руками за ручку и положите на спину за голову. Придерживая гирию руками, наклоните туловище вперед — выдох. Вернитесь в исходное положение — вдох. Выполняя упражнение, ноги в коленях не сгибайте.

5. Лягте на пол на спину, гирию поставьте за головой. Возьмите гирию прямыми руками за ручку хватом снизу и поднимите ее вверх. Зафиксировав вертикально положение с гирей, плавно опустите ее в исходное положение. В исходном положении делайте вдох, а при подъеме гири — выдох.

6. Поднимите гири к плечам, сядьте на скамейку, а затем плавно лягте на спину, все время держа гири около плеч. Разгибая руки, поднимите гири вверх —



вдох, сгибая руки, опустите гири к плечам — выдох. Это упражнение можно выполнять и на полу.

7. Встаньте на табуретку, держа гири в опущенных руках. Сделайте глубокий присед и немного наклоните туловище вперед — выдох. Разгибая ноги и выпрямляя туловище, встаньте, разверните плечи и сделайте вдох.

8. Ноги на ширине плеч, гирию поставьте перед собой на пол на расстоянии полшага ручкой поперек. Наклонитесь, слегка согните ноги и возьмите правой рукой ручку гири хватом сверху, а левой рукой обопритесь о нижнюю часть бедра. Оторвите гирию от пола и сделайте ею мах вперед, левой рукой оттолкнитесь от бедра, а правой поднимите гирию вверх, причем гирия должна проделать дугообразный путь. Зафиксировав верхнее положение гири, плавно опустите ее вниз. По мере тренированности выполняйте упражнение, не ставя гирию на пол. Поднимая гирию, делайте вдох, опуская — выдох.

С гирями можно выполнять большое количество упражнений, требующих от спортсмена не только силы, но и ловкости и хорошей координации движений. Например, жонглирование, когда атлет подбрасывает и ловит одну или две вращающиеся гири, причем вращение может идти в разных плоскостях с одним или двумя оборотами. Жонглируют и поодиночке и с партнером, подбрасывая гири в один, полтора и два пуда.

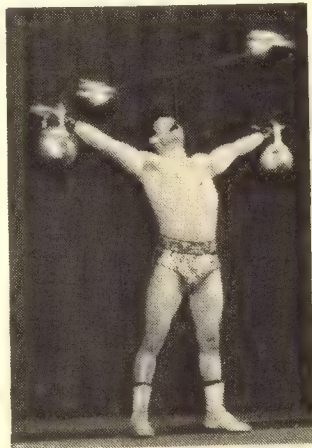
Сложным упражнением, требующим большой силы и хорошей координации, является так называемое «дношение». Это упражнение заключается в том, что спортсмен поднимает одной рукой вверх гирию, за-

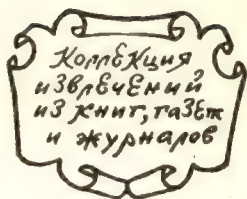
тем, не опуская ее, приседает, берет с пола вторую гирию и, выпрямившись, поднимает ее вверх. Чемпион мира Георг Лурих поднимал правой штангу в 105 кг и, удерживая ее сверху, брал левой рукой с пола гирию в 34 кг и тоже поднимал ее вверх.

Еще одно сложное силовое упражнение — выбрасывание вверх дном одной или двух гирь. Проделывается оно так, чтобы гирия одним движением снизу по дуге

была поднята на прямую руку. Многие русские атлеты могли выполнить это упражнение с двумя двухпудовыми гирями до 10 раз подряд.

Артист Ленинградского цирка Иван Шутов. Атлет выступает с силовым аттракционом, в котором он держит на вытянутых руках двухпудовые гири, а две по одному пуду вращает над головой.

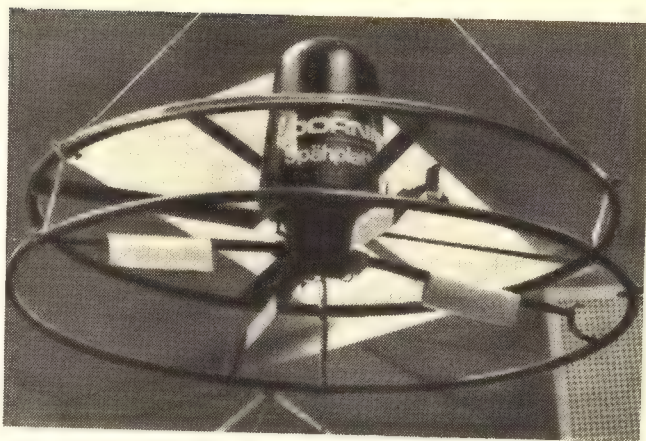




● Рейнхард Бауэр, двадцатилетний житель Нюрнберга (ФРГ), сам построил миниатюрный мопед, видимо, самый маленький в мире. Это средство транспорта помещается в портфеле, имеет мотор с цилиндром 50 кубических сантиметров и развивает скорость до 30 километров в час. Вот только, как видно на снимке, особого комфорта седоку он не предоставляет.



● Жители эквадорского города Гуаякиль решили поставить в городском сквере статую эквадорского поэта XIX века Хоакина Ольмедо. Однако скульптор запросил за работу слишком большую, по мнению горожан, сумму. И все же выход нашелся: один торговец поддержанными произведениями искусства предложил городу за сходную цену старую статую лорда Байрона. Резец скульптора несколько подправил черты поэта, статую воздвигли посреди сквера, а на пьедестале высекали имя Ольмедо.



● Всем знакома детская игрушка, в которой пропеллер, раскручиваемый навить на его ось веревочкой, плавно взмывает к потолку, а затем, по мере потери накопленной энергии, садится. На этом же принципе работает мини-вертолет без мотора, созданный западногерманской фирмой «Дорнье». Маховики в виде колец, несущих лопасти пропеллера, раскручиваются за одну минуту до скорости 4 тысячи оборотов в минуту, и аппарат массой около 80 килограммов поднимается на высоту до ста метров. На вертолете может быть установлена телекамера для обзора местности с высоты, он может поднимать брандспойт до уровня горящего этажа и направить струю воды в окно.

● Когда на новой ветке метро в Вене начали эксплуатировать новые вагоны, выяснилось, что в них неудачно сконструирована система вентиляции, а вдобавок тепло, развиваемое при торможении, беспрестанно проникает в салон. Через несколько перегонов в вагоне становится жарко, как в бане. Пассажиры прозвали новые поезда «сауной на колесах». Сейчас около сотни вагонов возвращено на завод для доработки.



● Когда американцу Берту Шульману нужно быстро сбегать, например, на почту, он надевает на спину свою «бегательную машину» и застегивает вокруг бедер ее парусиновые манжеты. Рычок стартера — и вот на раме от станкового рюкзака за спиной у Берта заработал двухтактный моторчик мощностью в одну лошадиную силу, захватили шатуны, то тянущие, то подталкивающие ноги бегуна. Машина, масса которой более 10 килограммов, повышает скорость бегуна до 30 километров в час.

Сейчас этот механический курьез изучают специалисты по конструированию протезов. Возможно, идея Шульмана пригодится для создания машин, помогающих ходить инвалидам.



# СТВОЛОМ СУЩЕСТВУЕТ

«квадратном дереве» и разыскал ее в библиотеке. Хорошо зная современную и древнюю флору районов, занятых когда-то ассирийской империей, ван Густен предположил, что квадратным в сечении стволом мог обладать какой-либо вид дуба. Сейчас в этом районе известно около двух дюжины видов дубов, но ни здесь, ни в других местах нет деревьев с квадратным стволом.

Но прошло еще три года, и в горах на севере Сирии американский ученый Т. Хейс нашел три живых дуба с четырехугольными стволами! Невероятная находка полностью подтвердила казавшиеся весьма странными предположения С. Тадпола и В. ван Густена. Сейчас несколько срезов ствола этого живого ископаемого (одним из дубов пришлось пожертвовать для науки) разосланы по основным ботаническим институтам мира. Рассматривается возможность возродить этот почти исчезнувший вид. Он мог бы стать настоящим подарком для деревообрабатывающей индустрии. Ведь при распилке стволов на доски почти 35 процентов древесины идет на малоценные горбыли. В случае квадратного ствола отходов не будет.

По материалам западногерманского журнала  
«Naturwissenschaftliche Rundschau».

## ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ЧУДЕСА

На грядке. Молодой японский овощевод Томоюки Оно сумел вырастить кубические арбузы. Он утверждает, что плоды такой формы гораздо удобнее для перевозки и хранения. В отличие от кубических томатов (см. «Наука и жизнь» № 12, 1977 г.) кубические арбузы

не являются особым сортом, форма плода не закреплена в наследственности. Т. Оно делает их из обычных арбузов, заключая завязавшийся плод в прозрачный ящик из пластмассы и позволяя ему там расти. Кубические арбузы сначала демонстрировались на выставке в Токио, а позже овощевод стал торговать ими по довольно высокой цене.

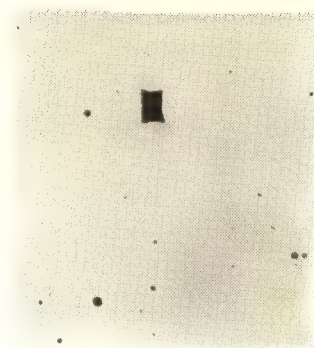


В лесу. Японский ботаник Коширо Уэда из города Киото, много лет занимающийся изучением бамбука, выращивает квадратные в сечении стволы этого огромного злака (ствол бамбука это, собственно говоря, большая еоломина). Методика его в принципе не отличается от применяющейся Т. Оно: он окружает растущие стволы формами из досок. Квадратный бамбук используется для украшения интерьера японских домов, и на него существует большой спрос. Но в Юго-Восточной Азии известен и такой вид бамбука, которому в норме свойствен ствол квадратного сечения. Он, впрочем, довольно редок и не достигает такой толщины, как показанный на снимке «искусственный» квадратный бамбук.

И даже в небе. Мы привыкли к тому, что небесные тела представляют собой либо шары (как звезды, шаровые скопления, планеты, большие спутники планет), либо диски, иногда спиральные — такова форма галактик, либо бесформенные комки или облака

материи (астероиды, туманности). И нетрудно представить себе удивление американских астрономов, впервые сфотографировавших через красный светофильтр небольшую звезду, внесенную в звездные каталоги под номером HD 44179. На снимке (мы приводим его здесь в негативе, как он выглядит на проявленной фотопластинке) виден четкий прямоугольник!

Звезда HD 44179, неразличимая простым глазом, находится в Млечном Пути, открыта в 1915 году, расстояние до нее составляет около 330 парсек (1080 световых лет). Эта звезда девяти величины окружена бесформенной голубоватой туманностью, но фотографирование через красный фильтр позволяет выявить Красный Прямоугольник — под этим именем она ста-



ла известна в астрономической литературе в последнее время.

Чем же может объясняться такая странная картина? Это еще не совсем ясно, но, видимо, наиболее вероятное объяснение таково. Звезда быстро вращается вокруг своей оси и выбра-

сывает около своих полюсов две струи газа, слабо светящегося красным светом. Из-за вращения эти струи описывают около звезды два конуса, вершины которых сходятся на звезде, а раструбы направлены наружу. Таким образом, смотря на звезду HD 44179 сбоку, мы должны видеть что-то вроде песочных часов. Но газ светится слабо, а звезда — сравнительно ярко, и при длительной выдержке, необходимой для того, чтобы на пластинке отпечатались конусы, звезда засвечивает середину изображения, и вместо двойного конуса получается довольно ровный прямоугольник. Действительно, при меньшей выдержке боковые стороны Красного Прямоугольника выглядят запавшими внутрь и вся фигура становится похожей на песочные часы.

## НОВЫЕ ПРИМЕРЫ ОДНОСТОРОННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

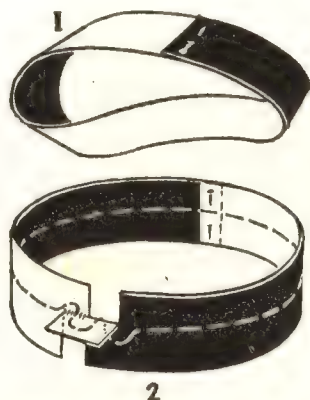
Читателям рубрики «Математические досуги» хорошо знакома лента Мёбиуса (рис. 1) и ее удивительные свойства хотя бы по предыдущим публикациям (см. «Наука и жизнь» № 9, 1970 г., и № 10, 1972 г.). Вот еще несколько совсем новых примеров односторонних поверхностей.

На рис. 2 изображено кольцо с клапаном. Казалось бы, это кольцо является двусторонней поверхностью, однако несложная проверка — попробуйте по кольцу провести линию фломастером — показывает, что поверхность эта односторонняя.

Если же сделать кольцо с двумя клапанами, то оно станет двусторонним.

Как делается клапан, понятно из рисунка. Прочтите еще заметку «Чудо на ножках», напечатанную в журнале «Наука и жизнь» № 5, 1973 г.

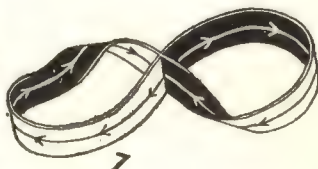
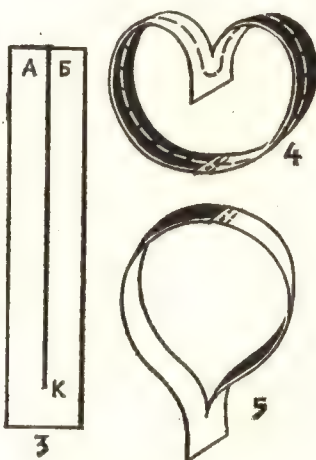
Мы публикуем также оригинальные модели односторонних поверхностей, предложенные сотрудником ка-



федры естественных наук Харьковского политехнического института А. В. Кипенским.

Все три модели выполняются из полоски бумаги, разрезанной по средней линии до точки К (рис. 3). Лепестки А и Б соединяются булавкой или склеиваются согласно рисункам. Модели рис. 4 и рис. 5 топологически переводятся друг в друга, по сути дела, это одна и та же модель.

Еще один читатель из Харькова, А. В. Болтенко, прислал бумажную гирлянду, склеенную из лент Мёбиуса. Получившаяся цепочка (рис. 7) также является односторонней поверхностью.



## ● МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОСУГИ



# ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЛИ ДНК-ДВОЙНАЯ СПИРАЛЬ?

Кандидат физико-математических наук А. КИСТЕР.

В одном из недавних номеров международного «Журнала молекулярной биологии» была опубликована статья, озаглавленная довольно неожиданно: «Действительно ли ДНК является двойной спиралью?» Автор этой статьи — Френсис Крик. Именно он совместно с Джеймсом Уотсоном в 1953 году установил, что молекула ДНК существует в форме двойной спирали. Удивление, которое вызывает заголовков, объясняется еще и тем, что факт существования двухспиральной ДНК давно уже считается классическим в молекулярной биологии, да и само появление этой науки обязано прежде всего этому открытию. Более того, объяснение большинства молекулярных процессов, происходящих в клетке, основывается именно на свойствах двойной спирали.

Казалось бы, сейчас, через четверть века после работы Ф. Уотсона и Дж. Крика, авторитет этого открытия достаточно прочен. Но именно в этот год появилась целая серия статей различных авторов — кристаллографов, химиков-полимерщиков и даже математиков, в которых опровергалась общепринятая форма молекулы ДНК и предлагались другие структуры. Что же послужило основанием посягать на, казалось, незыблемое?

## ФИЗИКИ В БИОЛОГИИ

Хотя нуклеиновые кислоты со времени их открытия в 1868 году интенсивно исследовались и химиками и биологами, их роль в жизни клетки долго оставалась неясной. Многие годы никому и в голову не приходило, что в ДНК заложены все сведения о компонентах организма, что именно ДНК, а не белок переносит генетическую информацию. Химический состав этой молекулы не содержит ничего такого, что бы не присутствовало во многих других «обыкновенных» молекулах. Более того, при сравнении с белком ДНК казалась весьма неподходящим кандидатом на роль носителя генетической информации: предполагалось, что последовательность из двадцати различных аминокислот у белков представляет гораздо большую возможность для кодирования генетической информации.

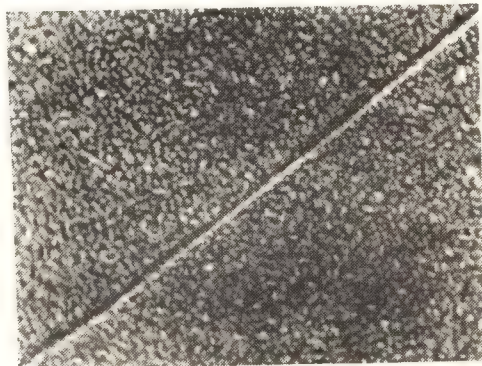
Сообщение, что «ДНК здесь правит бал» вызвало много неясностей — это обычно бывает в науке, когда выяснение одного

вопроса сразу влечет за собой массу новых. Необходимо было понять, как нуклеиновая кислота выполняет свои три важнейшие функции — самовоспроизведение, хранение генетической информации и передачу этой информации в процессе возникновения новых клеток. Это были основные вопросы в молекулярной биологии, и никакие эксперименты, проводимые генетиками или биохимиками, не смогли ответить на них. Необходимо было прежде всего выяснить, как построена молекула ДНК, и для этого нужны совсем другие методы исследования, которые никогда прежде не использовались в биологии.

На помощь биологам пришли физики с мощными методами изучения строения молекул и, прежде всего, — рентгеноструктурным анализом. Этот метод, открытый в 1912 году Максом фон Лауэ, очень скоро стал самым надежным средством для анализа структуры вещества.

Очень кратко суть его состоит в следующем. Если направить поток рентгеновских лучей на вещество, то атомы, или, вернее, электроны, будут отражать эти лучи. У твердых тел молекулы расположены упорядоченно, регулярным образом, и поэтому отраженные рентгеновские лучи пойдут в определенных направлениях, усиливая друг друга. Эти рентгеновские лучи можно зарегистрировать на фотобумаге, при этом на ней появляются хорошо видимые пятна. Эти пятна, которые являются как бы «отпечатками» атомов, располагаются по определенному закону. Таким образом получаются рентгенограммы вещества.

После этого начинается самая трудная часть работы: необходимо по «отпечаткам» атомов определить, где и как расположены атомы в молекуле. Существуют довольно сложные и трудоемкие методы, с помощью которых из закономерностей распо-



Нить жизни. Виден участок молекулы ДНК, сфотографированной с помощью электронного микроскопа. Разрешение не настолько высоко, чтобы можно было увидеть две скрученные цепи.

ложения пятен находят координаты атомов. Для больших молекул решение этой задачи затягивается на долгие годы, ведь чем крупнее молекула, чем больше в ней атомов (а большинство биологических молекул — макромолекулы с тысячами атомов), тем сложнее определить структуру. Так, например, исследование белка гемоглобина продолжалось около 25 лет.

Вернемся снова к ДНК. Итак, есть метод, с помощью которого можно узнать внутреннее строение молекулы. Метод сложный, трудоемкий, но способный расшифровать структуры больших полимеров. Поэтому неудивительно, что в начале пятидесятих годов ДНК стала объектом внимания физиков-рентгеноструктурщиков. Однако перед исследователями сразу же возникли очень серьезные трудности. Прежде всего оказались безуспешными попытки получить хорошо упорядоченную, кристаллическую структуру ДНК. В полимере после кристаллизации всегда сохранялись области, в которых атомы располагаются хаотично, а не в строго определенных местах. Поэтому полимеры иногда называют частичнокристаллическими телами. Наличие таких некристаллических, аморфных областей сильно сказывается на качестве рентгенограммы. Отпечатки проявляются на фотобумаге очень нечетко. Поэтому исследователи, лишенные возможности точно рассчитать координаты атомов, должны были скорее догадаться, какова на самом деле структура молекулы.

Конечно, слово «догадаться» не совсем точно соответствует действительности. Знание химического состава молекулы, а также физико-химических, в частности кристаллохимических характеристик, очень сильно помогает догадке, но интуиция и воображение ученого играют здесь далеко не последнюю роль.

### ИГРА В ХИМИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТОР

Попробуем подойти к расшифровке структуры с другой стороны. В химии для исследования строения и свойств веществ уже давно используются модели молекул. К рассмотрению моделей обращаются почти все химики — как синтетики, так и теоретики. С их помощью легче себе пред-

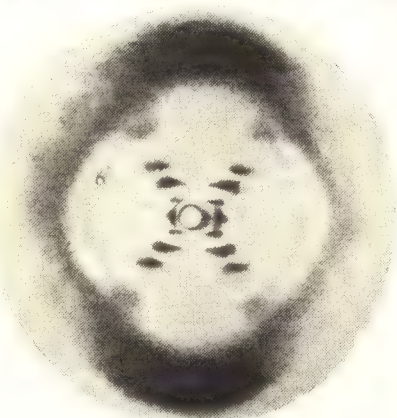
ставить, как идет химическая реакция. Интересуются ими и экспериментаторы физико-химии, занимающиеся новейшими методами исследования молекул. Популярность этого подхода объясняется прежде всего его наглядностью.

В шароигловых моделях атомы изображены в виде шариков. Если между атомами существует химическая связь, то шарики соединяют металлическими иглами-стержнями (подобные модели можно увидеть в химическом кабинете в школе). Зная, из каких атомов состоит, например, молекула гуанина, которая, как известно, входит в состав нуклеиновой кислоты, и какие атомы в ней связаны друг с другом химической связью, исследователь может собрать пространственную модель этой молекулы. Иначе говоря, знание химического состава молекулы и общих законов образования химических соединений позволяет строить пространственную модель молекулы и показать, как в ней расположены атомы.

Казалось бы, все просто, и, действуя уже проверенным способом, можно построить пространственную модель и дезоксирибозы — еще одного компонента ДНК. Однако если сравнить такую модель с результатами экспериментального исследования, то окажется, что они не совпадают. А дело в том, что отталкивание близко расположенных атомов вызывает внутреннее напряжение молекулы и приводит к тому, что валентные углы искажаются. Вследствие этого молекула деформируется, чтобы немного отодвинуть «налезающие друг на друга» атомы. На моделях же не всегда можно предвидеть, какова эта деформация. Причем, как выяснилось, это явление наблюдается во многих соединениях, и искаженных молекул гораздо больше, чем идеальных; то есть тех, которые удовлетворяют классической структурной теории. Почти все органические молекулы деформированы, и это создает большие трудности при конструировании моделей.

Собирая молекулу с помощью моделей, ученые устаканивают как бы приблизительный ее портрет. Здесь возможна аналогия с фотороботом: в него вложены некоторые усредненные параметры, характеризующие курносых, лобастых, тонколицых, круглолицых и иные типы людей. Если заложить в фоторобот ряд сведений о человеке, то можно получить его примерный портрет (сходство бывает весьма и весьма приближенным). Но в отличие от детектива, которому такой портрет может помочь найти преступника, исследователю, изучающему свойства молекулы, часто бывает недостаточно иметь модель такой «усредненной» молекулы.

Получился замкнутый круг: для расшифровки рентгенограмм ДНК необходимо использовать модели, а для построения моделей обязательно надо привлечь результаты расшифровки рентгенограмм. Как же поступить в этом случае?



Рентгенограмма ДНК, полученная Розалинд Фрэнклин в 1952 году.



Есть метод, который позволяет совместить эти два подхода,—его называют «Методом проб и ошибок». В рентгеноструктурном анализе он используется тогда, когда задачу нельзя решить прямо в лоб и приходится идти на всякие ухищрения. При этом поступают следующим образом: сначала делают предположения относительно возможной структуры и строят модель молекулы. Затем рассчитывают, какая бы получилась рентгенограмма этой придуманной, «угаданной» структуры. Проба заключается в том, что эту рассчитанную рентгенограмму сравнивают с полученной экспериментально. При этом обнаруживаются ошибки. Если сделанные предположения в целом верны, то оказывается, что в придуманной структуре надо кое-что подправить, чтобы рентгенограммы стали более похожи. Так шаг за шагом, постепенно уточняют расположения атомов в молекуле. Пробуя, ошибаясь и исправляя, приходят к установлению истинной структуры.

Этот подход используется и для определения структуры ДНК. Но в этом случае все оказалось далеко не так бесспорно. Ведь критерием истинности придуманной структуры является совпадение ее рентгенограммы и рентгенограммы истинной. Но вся беда в том, что качество рентгенограммы ДНК, полученной в эксперименте, по причинам, о которых мы говорили, оставляет желать много лучшего. «Отпечатки» атомов проявляются очень нечетко. Отсюда — разночтения, каждому исследователю кажется, что именно его модель наилучшим образом отвечает эксперименту.

Итак, мы снова вернулись к научной дискуссии об истинной структуре ДНК. Даже сейчас, когда качество рентгенограмм значительно улучшилось, ученые интерпретируют их совершенно различно и придумывают сильно отличающиеся друг от друга модели «усредненной» ДНК. Так кто же здесь прав? Но прежде вспомним, как пришли к своему открытию Уотсон и Крик.

## ДВОЙНАЯ СПИРАЛЬ

«Мы предлагаем Вашему вниманию структуру соли ДНК. Эта структура имеет некоторые новые свойства, которые представляют значительный биологический интерес...» Этими словами начиналась небольшая статья Уотсона и Крика, которая заняла одну страницу в журнале и содержала всего 900 слов. Рассказывать историю этого открытия — задача, наверное, неблагодарная. Джеймс Уотсон сам написал об этом замечательную книгу\*. Выделим два наиболее важных момента в этом открытии.

Во-первых, после долгого анализа рентгенограмм Уотсон и Крик пришли к выводу, что молекула ДНК существует в виде двух полимерных цепочек, которые имеют форму спирали и вложены одна в другую.

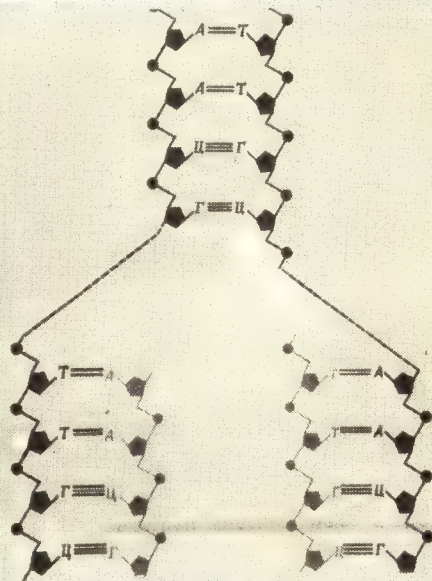
А во-вторых,— и это самое существенное,— было открыто свойство азотистых оснований соединяться друг с другом оп-

ределенным образом. Эти основания, прикрепленные к цепочкам, связываясь, удерживают тем самым две цепочки друг возле друга. Чтобы понять, какие именно связи должны образоваться между основаниями, ученым пришлось построить модели этих молекул. В своей книге Уотсон вспоминает: «И вдруг я заметил, что пара адеин-тимин, соединенная двумя водородными связями, имеет точно такую же форму, как и пара гуанин — цитозин...» То, что две пары азотистых оснований имеют одинаковые размеры, позволяет двум полимерным цепочкам соединиться друг с другом и образовать двойную спираль.

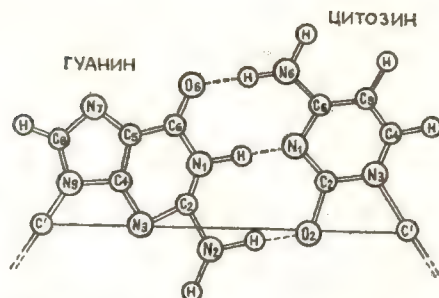
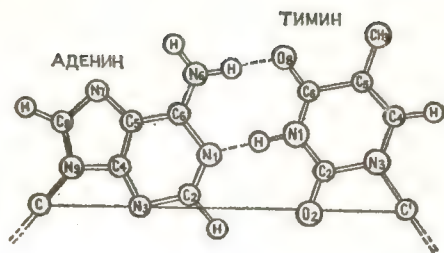
Открытие структуры двойной спирали ДНК замечательно не только тем, что стало ясно, как устроена эта «нить жизни», но прежде всего тем, что стало понятно, почему именно эта молекула — нить жизни. Уотсон и Крик, исходя из своей модели, сумели объяснить, как ДНК выполняет одну из самых важных своих жизненных функций — самовоспроизведение. Процесс расплетения двойной спирали и сборки на разделившейся цепи, как на матрице, новых нитей теперь известен всем. Однако это самое сильное место в модели Уотсона — Крика вызвало, как ни странно, наибольшее возражения.

Дело в том, что расплетение и разделение двух очень длинных цепочек — процесс довольно сложный и требующий много энергии. Цепочки не должны запутаться в пространстве, и все должно быть очень точно отрегулировано. Вот некоторые ученые и предлагают другие модели ДНК, в которых самовоспроизведение было бы значительно проще и менее энергоемко. Наиболее крайняя здесь точка зрения — представить молекулу ДНК в виде

Репликация двойной цепи ДНК приводит к образованию двух гибридных молекул, состоящих из родительской и дочерней цепей.



\* Дж. Уотсон. «Двойная спираль».



веревочной лестницы, где «перекладинами» служат азотистые основания, как и в модели Уотсона — Крика, но цепочки не обвивают друг друга, и поэтому разойтись им значительно легче.

Отвечая своим оппонентам, Крик в своей последней статье «Действительно ли ДНК является двойной спиралью?» приводит целый ряд доказательств в пользу модели двойной спирали. За истекшие 25 лет техника рентгеноструктурного анализа значительно развилась, появилась возможность более детально исследовать молекулы нуклеиновой кислоты. Более того, удалось получить настоящие кристаллы ДНК, а значит, совершенно однозначно расшифровать структуры небольших фрагментов ДНК. В последнее время были открыты так называемые кольцевые ДНК. Противоположные концы цепочек «прилипают» друг к другу и образуют замкнутую кольцевую структуру. С помощью электронной микроскопии и некоторых других методов можно определить спиральность ДНК и рассчитать, сколько раз одна цепь обвивается вокруг другой.

Все эти эксперименты убедительно подтвердили справедливость модели двойной спирали, предложенной Дж. Уотсоном и Ф. Криком.

Из истории открытия структуры ДНК становится понятно, как бывает важно знать устройство молекулы. Но можно ли, не прибегая к очень трудному и долговременному эксперименту, теоретически предсказать, как устроена молекула? Можно ли объяснить, почему атомы в ней расположены так, а не иначе? Устойчива ли она, или она разрушится, если ее немного нагреть? Или, может быть, молекула примет при этом другую форму? На эти вопросы рентгеноструктурный анализ ответить не может. В результате эксперимента можно только утверждать: «Вот так выглядит молекула», — причем обычно добавляют еще одно слово: «Вот так приблизительно она выглядит».

### КАК ПРЕДСКАЗЫВАЮТ СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ

Расскажем сначала, как это должно быть в идеале. Прежде всего химики определяют, из каких атомов состоит молекула и какие в ней образуются химические связи, и передают результаты своих исследований «предсказателям». Те закладывают

Схема строения четырех оснований ДНК — аденина, тимина, гуанина, цитозина. Линия внизу — расстояние между С и С', оно равно в той и другой паре оснований.

эти данные в ЭВМ, которая выдает на экран телевизора изображение молекулы. Если воспользоваться специальными стереоскопическими очками, то изображение становится объемным. Можно еще повернуть ручки телевизора и осмотреть молекулу со всех сторон. Самое удивительное в этом рассказе, что для некоторых небольших молекул именно так и получают их изображение.

Рассмотрим теперь, как рассчитывают структуру молекулы. Представим молекулу как систему атомов, взаимодействующих друг с другом. Как известно, любая система стремится к такому состоянию, когда энергия ее минимальна. Аналогичные процессы происходят и в молекуле. Атомы, из которых состоит молекула, стремятся так расположиться, чтобы энергия молекулы была наименьшей. Следовательно, задача заключается в том, чтобы найти такое расположение атомов, при котором общая энергия взаимодействия была бы минимальна.

Между атомами в молекуле действуют самые разнообразные силы. При построении моделей фактически учитывались только взаимодействия между валентно связанными атомами — металлическими стерженьки соединили их друг с другом. Однако, как уже говорилось, пространственная структура реальной молекулы не всегда совпадает с построенной моделью. Поправка к модели в значительной степени определяется взаимодействиями между атомами, валентно не связанными. В физике известны уравнения, которые описывают действия этих сил. Следовательно, можно рассчитать взаимодействия между всеми атомами и вычислить общую энергию молекулы.

Использование этого подхода дало возможность не только предсказать, какими структурами может характеризоваться молекула, но и определить, какова вероятность их образования, какие усилия надо затратить, чтобы молекула перешла из одной формы в другую, то есть предвидеть как бы всю «жизнь молекулы».

Вот так же можно рассчитать энергию дезоксирибозы и выяснить, какая структу-



ра соответствует этой молекуле (исследование строения дезоксирибозы с помощью моделей не привело, как мы помним, к положительным результатам). Проведенный расчет показал, что существуют два минимума и они соответствуют двум оптимальным структурам дезоксирибозы. Рассчитав изменение энергии молекулы, можно ответить на вопросы: стабильна ли та или иная структура, какую энергию надо затратить, чтобы молекула приняла другую форму? А чтобы перейти из одной формы в другую, молекула должна преодолеть барьер перехода.

В зависимости от высоты этого барьера можно судить, возможен ли переход, какая энергия для этого необходима или до какой температуры надо нагреть молекулу. В данном случае барьер не представляет серьезного препятствия и молекула дезоксирибозы может легко перейти через него. Теперь, после расчета энергии, стало понятно, почему рентгеноструктурный анализ обнаруживает то одну, то другую структуру. Здесь нет никакой ошибки. Просто в определенных конкретных условиях энергетически наиболее выгодна одна из возможных структур. Небольшое изменение температуры или другое воздействие на молекулу — и она переходит в другую форму. Высота рассчитанного барьера легко позволяет ей это сделать.

Но (уже в который раз я делаю упор на это «но») опять же не все так просто и не всегда удается рассчитать молекулу, как это, казалось бы, должно быть в идеале. Именно поэтому мы не можем пока обойтись и без рентгеноструктурного анализа, и без электронной микроскопии, и без многих других методов исследования. Существует несколько «но», которые сильно затрудняют работу «предсказателей». Расскажем только об одном из них.

При расчете структуры молекулы ЭВМ в соответствии с заложенной в ней программой стремится так расположить атомы, чтобы общая энергия взаимодействия атомов была наименьшей. При этом подбираются расстояния между атомами, значение углов — варьируются различные параметры. И если в молекуле много атомов, то таких параметров становится огромное количество. Возникает очень сложная математическая проблема, которая называется «поиск минимума функции многих переменных». В настоящее время разработаны методы минимизации таких функций, но они еще далеки от совершенства.

Наглядно поиск минимума можно изобразить так. Представим себе горный массив, по которому ходит великан альпинист; его задача, однако, не подняться повыше, а, наоборот, спуститься ниже. Если альпинист будет идти очень крупными шагами, он может не заметить узкую, но глубокую щель — цель своего путешествия. Очень мелкие шажки тоже не лучший вариант: альпинист может никогда не дойти до впадины. Значит, нужно найти оптимальный шаг. Вот сложность № 1. Но допустим, что наш альпинист увидел обрыв и полез вниз, но, оказывается, напрасно, за горой, куда

он уже никогда не дойдет, и находится как раз самая глубокая пропасть. Словом, путешественнику необходима карта этой горной страны. Но где ее взять? Сложность № 2. И таких сложностей можно насчитать очень и очень много. И еще одно важное обстоятельство. Мы представили трехмерную картину, но в действительности наш случай многомерный, равен числу варьируемых параметров.

Можно немного помочь ЭВМ и уменьшить число параметров. Если, например, учесть, что молекула ДНК состоит из двух цепочек, то число параметров резко сократится. Можно еще вложить в ЭВМ ряд сведений о структуре молекулы, которые получены экспериментальным путем и которые мы считаем бесспорными. Так задача становится обозримой.

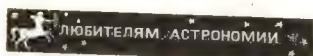
Каковы же результаты проведенных в последнее время теоретических исследований ДНК? Энергетические расчеты позволили установить, какие силы заставляют этот полимер принимать форму двойной спирали. Уотсон и Крик, строя свою модель, предполагали, что гравитирующую роль здесь играют связи между азотистыми основаниями. Если провести аналогию между ДНК и веревочной лестницей, то главное, по их мнению, здесь наличие перекладин — ступенек. Но из существования веревочной лестницы еще не следует образование спирали. Ведь она может обвиться вокруг себя, образуя двойную спираль, а может остаться плоской веревочной лестницей (и такая модель, как мы помним, была предложена для ДНК), а может свернуться в беспорядочный клубок. Что же отличает молекулу ДНК? Расчеты показали, что одним из самых важных факторов являются силы, которые действуют между «ступеньками» — азотистыми основаниями. Вот они-то и стабилизируют двойную спираль, не давая ей свернуться в клубок. Так с помощью теоретического анализа было выяснено, что определяет форму ДНК. Причем расчеты подтвердили модель ДНК, предложенную Уотсоном и Криком.

Из задач, стоящих сейчас на повестке дня и требующих решения, можно отметить проблему упаковки ДНК в хромосоме клетки. Ведь ДНК очень длинная молекула. Ее длина была непосредственно измерена с помощью электронного микроскопа и другими методами. Понятно, конечно, что ДНК должна быть многократно свернута и очень плотно упакована в хромосоме, ведь длина хромосомы во много раз меньше длины содержащейся в ней ДНК. К сожалению, об укладке ДНК в хромосоме известно еще очень мало, и здесь очень может помочь теоретическое исследование гибкости полимера.

Как видно, расчеты структуры ДНК позволяют объяснить свойства не только самой молекулы, но и раскрыть многие важные особенности живой природы. Работа над исследованием структуры ДНК продолжается, ведь, как писал недавно Крик: «ДНК настолько важная молекула, что практически невозможно слишком изучить ее».



Созвездие Близнецов на одной из карт «Атласа» Яна Гевелия.



Раздел ведет кандидат педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

## СОЗВЕЗДИЕ, ПОСВЯЩЕННОЕ ДИОСКУРАМ



**К**астор и Поллукс — сыновья Зевса и нимфы Леды — почитались образом мужества, братской любви, спортивной доблести. Смелого укротителя коней Кастора и искусного кулачного бойца Поллукса (Полидевка) древние называли покровителями спортсменов (в год Олимпиады об этом можно вспомнить!) и мореплавателей. Эти братья-близнецы (их называли Диоскурами, то есть сыновьями Зевса), согласно мифам, совершили несколько подвигов. Диоскуры освободили и вернули в Спарту свою сестру Елену, которую похитил Тесей. Имеется в виду прекрасная героиня древнегреческого эпоса, вдохновлявшая писателей и поэтов, художников и композиторов: Софокла и Еврипида, Гете и

Вряд ли кто-нибудь, взглянув на звездную россыпь, увидит красавцев братьев. Но, может быть, вам удастся разглядеть фигуры спичечных человечков?

Шекспира, Штрауса и Гюлка, Сен-Санса и Оффенбаха, Рафаэля и Клода Лоррена... Диоскуры участвовали в походе аргонавтов, а также храбро сражались с сыновьями царя Афарея. Когда в сражении погиб Кастор, его брат стал молить Зевса о том, чтобы и ему была послана смерть. Тронутый глубиной и искренностью чувств юноши, бог богов даровал бессмертие обоим братьям и превратил их в созвездие Близнецов ( $\alpha$  Близнецов — Кастор,  $\beta$  Близнецов — Поллукс).

В апреле, когда выйдет этот номер журнала, созвездие Близнецов, украшающее наше зимнее небо, еще можно будет наблюдать. Правее  $\alpha$  и  $\beta$  Близнецов расположены звезды  $\mu$  и  $\nu$ , образующие вместе с Кастором и Поллуксом вытянутый прямоугольник. Направление на Кастор и Поллукс указывает продолженная «вниз» диагональ ковши Большой Медведицы ( $\delta$  —  $\beta$ , левая верхняя и правая нижняя звезды ковши). Можно отыскать Поллукс и по-другому: продолжив «вверх» прямую, соединяющую Ригель и Бетельгейзе (как вы помните, это звезды созвездия Ориона). Наконец, Кастор и Поллукс оказываются на звездной спирали, начинающейся от «пояса Ориона» и проходящей через звезды Бетельгейзе, Ригель, Альдебаран, Капелла, Кастор, Поллукс, Прочон и Сириус.

В расположении наиболее заметных звезд созвездия Близнецов трудно рассмотреть две человеческие фигурки, хотя их изображение воспроизводится на многих старинных звездных картах. И все-таки посмотрите (рис. слева), как увидел их Г. Рей — автор книги «Звезды» («Мир», 1969). Это два держащихся за руки спичечных человечка. По мнению этого автора, перед мысленным взором наших далеких предков должны были возникнуть не какие-то абстрактные геомет-



Эта схема поможет вам отыскать на небе Кастор и Поллукс. (Три способа: по звездам «ковша» Большой Медведицы; по звездам спиральной линии; по звездам созвездия Орион.)

рические фигуры, а именно картины.

Кастор —  $\alpha$  Близнецов, несколько уступает по блеску Поллуксу. Это один из случаев нарушения порядка в принятом обозначении звезд буквами греческого алфавита (звездная величина Кастора —  $1,58^m$ , а Поллукса —  $1,14^m$ ). Стремясь обосновать этот «беспорядок», иногда говорят о том, что в прошлом Кастор был ярче Поллукса, а потом произошло некоторое реальное ослабление блеска Кастора. Так это или нет, но надо отметить, что Кастор, бесспорно, звезда замечательная. Ее можно называть своеобразным «учебно-наглядным пособием» по критным звездам. Дело в том, что Кастор — *шестикратная* звезда, где объединены три основных разновидности двойных звезд. Узнали об этом, конечно, не сразу, причем заслуга открытия принадлежит различным астрономам, которые в разное время трудились на разных обсерваториях. Даже в школьный телескоп можно заметить, что Кастор — *визуально-двойная* звезда, состоящая из двух голубых звезд: Кастор А ( $2,0^m$ ) и Кастор В ( $2,9^m$ ), угловое расстояние между которыми  $4,1''$ . Еще в 1804 году англичанин В. Гершель обнаружил, что Кастор А и Кастор В не случайно проецируются близко на небесную сферу, а представляют собой физически связанную двойную звезду. Теперь известно, что период обращения этой пары около 500 лет, а расстояние между звездами в пространстве около 100 астрономических единиц. На угловом расстоянии  $73''$  от Кастора А и В находится Кастор С. Блеск этой красноватой звездочки  $9^m$ . От системы Кастор (А — В) она отдалена при-

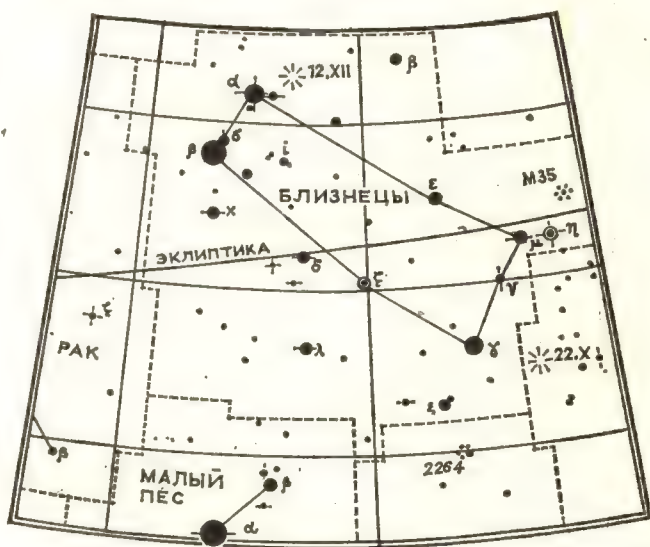
Созвездие Близнецов на современной астрономической карте.

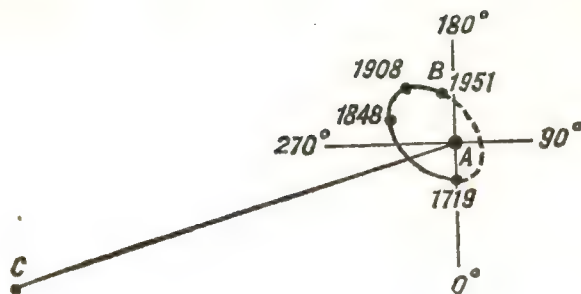


мерно на 1000 астрономических единиц. (Напомним, что астрономическая единица равна среднему расстоянию от Земли до Солнца).

Итак, мы познакомились с тремя главными компонентами Кастора — двумя голубыми гигантскими звездами (А и В) и одной звездой-карликом (С), которая лишь за десятки тысяч лет делает один виток вокруг центра масс этой звездной системы. В 1896 году знаменитый русский

астрофизик А. А. Белопольский, работавший в Пулков, обнаружил, что Кастор В — *спектрально-двойная* звезда (период обращения компонентов 2,9 суток, а расстояние между компонентами в пространстве порядка  $0,03$  астрономических единицы, то есть всего лишь несколько миллионов километров). В 1904 году исследования, проведенные на Ликской обсерватории, позволили отнести к спектрально-двойным





звездам и Кастор А (период обращения около 9 суток). Наконец, астрономам обсерватории Маунт Вилсон удалось доказать, что Кастор С — тоже спектрально-двойная звезда (период обращения компонентов всего 19 часов, расстояние между ними менее 3 миллионов километров). Плоскость орбиты пары, составляющей Кастор С, совпадает с лучом зрения, а значит, перед нами пример *затменно-переменной* звезды, в которой каждые 19 часов происходят затмения компонентов (вспомните, что «родоначальником» таких звезд считается  $\beta$  Персея — Альголь).

По сравнению с интереснейшим Кастором яркий Поллукс выглядит довольно серо. Однако заметим, что Поллукс принадлежит все-таки к числу навигационных звезд. Поллукс расположен ближе к нам, чем Кастор, расстояние до Поллукса около 10 парсек, а до Кастора — 14 парсек (парсек равен 206265 астрономическим единицам).

Кастор не единственная кратная система в созвездии Близнецов. Есть в этом созвездии и другие, например,  $\delta$  и  $\eta$  Близнецов. Компоненты звезды  $\delta$  Близнецов находятся друг от друга на угловом расстоянии около 7". Блеск одной из звезд 3,5<sup>m</sup>, вторая звезда значительно слабее (8,2<sup>m</sup>). Интересно, что у первой из звезд есть массивный и совершенно невидимый спутник. Такие системы звезд пользуются в настоящее время особым вниманием астрономов. Это понятно: если в двойной системе звезд почти доказано существование неви-

димого спутника, масса которого в несколько раз превышает массу Солнца, то такой спутник может быть зачислен в список кандидатов в «черные дыры». (Впрочем, до сих пор ни один из таких кандидатов абсолютно достоверно не мог быть назван «черной дырой»).

Наблюдателей переменных звезд, вероятно, интересуют  $\eta$  и  $\zeta$  Близнецов. Первая из этих звезд — цефеида (период изменения блеска около 10 суток, блеск в минимуме 4,3<sup>m</sup>, а в максимуме 3,9<sup>m</sup>).

$\eta$  Близнецов не только объединяет в себе, как и Кастор С, свойства спектрально-двойной и затменно-переменной звезды, но и обнаруживает явления, характерные для полуправильных переменных звезд!

Посмотрите на карту созвездия Близнецов. Несколько «выше»  $\eta$  Близнецов расположено рассеянное звездное скопление М 35. Оно в 20 раз больше замечательного скопления Гиады

Система Кастор. Показано движение звезды В относительно А за период наблюдений с 1719 по 1951 год. Положение звезды С за это время сколько-нибудь ощутимо не изменилось.

(созвездие Тельца). Это весьма привлекательный объект для наблюдения и небольшой телескоп.

Как известно, Близнецы — зодиакальное созвездие. В нем расположена точка летнего солнцестояния. В 1980 году Солнце окажется в этой точке 21 июня в 8 часов 47 минут по московскому времени, возвещая о начале астрономического лета.

Наблюдателям метеоров напомним, что вблизи  $\alpha$  Близнецов расположен радиант метеорного потока Геминид (максимум потока 12 декабря).

## ЛИТЕРАТУРА

Астрономический календарь ВАГО на 1980 год. «Наука», 1979.

Дагаев М. М. Наблюдения звездного неба. 4-е изд., «Наука», 1979.

Зигель Ф. Ю. Сокровища звездного неба. 3-е изд., «Наука», 1978.

Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии. 4-е изд., «Наука», 1971.

Левитан Е. П. Астрономия. «Высшая школа» (пособие для учащихся средних ПТУ). 1979.

Максимачев В. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах. «Наука», 1978.

Марленский А. Д. Учебный звездный атлас. 3-е изд., «Просвещение», 1970.

## П Л А Н Е Т Ы В М А Е — И Ю Н Е

МЕРКУРИЙ — виден по вечерам в последней неделе мая и почти весь июнь; 1 июня Меркурий пройдет чуть севернее Венеры, уступая ей в блеске в 25 раз (блеск Меркурия будет 0,3<sup>m</sup>, а Венеры — 3,8<sup>m</sup>).

ВЕНЕРА — видна по вечерам в мае и в начале июня; в конце июня утром; в середине мая блеск планеты достигнет — 4,2<sup>m</sup> (!)

МАРС — виден вечером и ночью в созвездии Льва; 4 мая Марс пройдет на угловом расстоянии 0,8° от Юпитера (в это время блеск

Юпитера будет — 1,8<sup>m</sup>, а Марса — +0,4<sup>m</sup>).

ЮПИТЕР — виден ночью и вечером в созвездии Льва.

САТУРН — виден ночью и вечером в созвездии Льва как светило первой звездной величины; 25 июня примерно в 2° южнее Сатурна пройдет планета Марс. Если в мае кольца Сатурна еще будут доступны наблюдению в небольшие телескопы, то в июне, когда раскрытие колец уменьшится, заметить кольца можно лишь в достаточно сильный телескоп.



ства испытателей природы при МГУ и Добровольного общества озеленения Москвы. Много интересного почерпнула я из этой работы и из встреч с другими садоводами. Неоднократно участвовала в выставках обществ и награждалась за свои экспонаты дипломами (в том числе и ВДНХ). Но главное — какая радость, выйдя рано утром в сад, увидеть освеженные росой и словно обновленные растения, любоваться распустившимися за ночь цветами, вдыхать аромат разбудженного солнцем сада!

В последние годы я стала больше выращивать огородных культур. Это позволило мне перейти к здоровому питанию.

Наученная горьким опытом, стараюсь теперь не допускать физической перегрузки. Чаще делаю перерывы в работе, заполняя их чтением, вязанием, хозяйственными делами.

Семь месяцев живу в саду (апрель — октябрь), пять — в Москве. Зимой много читаю, слушаю и смотрю интересные меня передачи по радио и телевизору, дважды в неделю помогаю в работе коллективу общественной библиотеки. Время бежит, как в молодости!

Мне полюбили уединение. Отсутствие у человека «личного пространства» порождает

дает не только чувство неудовлетворенности и угнетения, но может вызвать, как установлено психологами и невропатологами, функциональные расстройства нервной системы.

Но уединение отнюдь не отождествляю с одиночеством, когда нет ни близких, ни друзей. Такое одиночество — трагедия для человека, особенно старого. Когда ты кому-то нужен, когда испытываешь радость, доставляя радость другому, когда создана атмосфера духовного общения с близким человеком и взаимопонимания — это счастье. Таким счастьем я награждена.

Когда сын приезжает ко мне (летом — за город) или приходит (зимой — в московскую квартиру), нам подчас не хватает времени, чтобы поделиться впечатлениями от событий прошедшей недели, тем, что прочитано или услышано в интересных лекциях и передачах. Часто спорим, но всегда понимаем друг друга.

Мы оба любим наш сад. Совместная работа в нем еще больше сближает нас.

Наши отношения не просто хорошие — мне они представляются, как сплав родственной любви и искренней человеческой дружбы.

Я люблю жизнь. Она прекрасна.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка умения мыслить логически

### КВАДРИРОВАНИЕ ФИГУР

Чтобы разделить эту стреловидную фигуру на 3 части, из которых затем можно сложить квадрат, достаточно провести лишь одну прямую. Проведите ее.



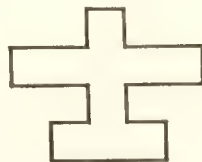
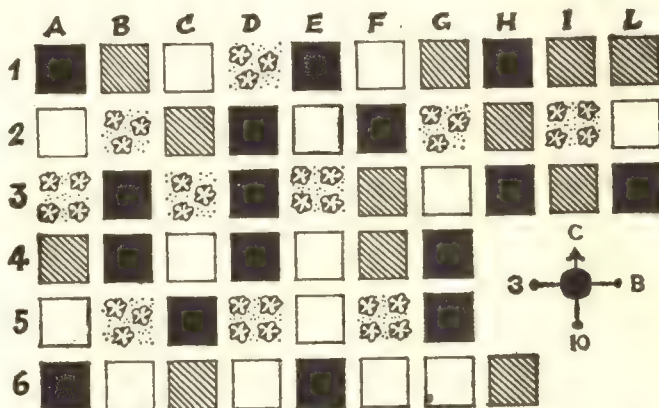
Несколько сложнее квадрировать три фигуры, изображенные ниже. Но теорема Пифагора и некоторая смекалка помогут вам сделать это, разрезав на 3 части левую фигуру, на 4 — среднюю и на 4 части — правую.

Л. ЮРОВ

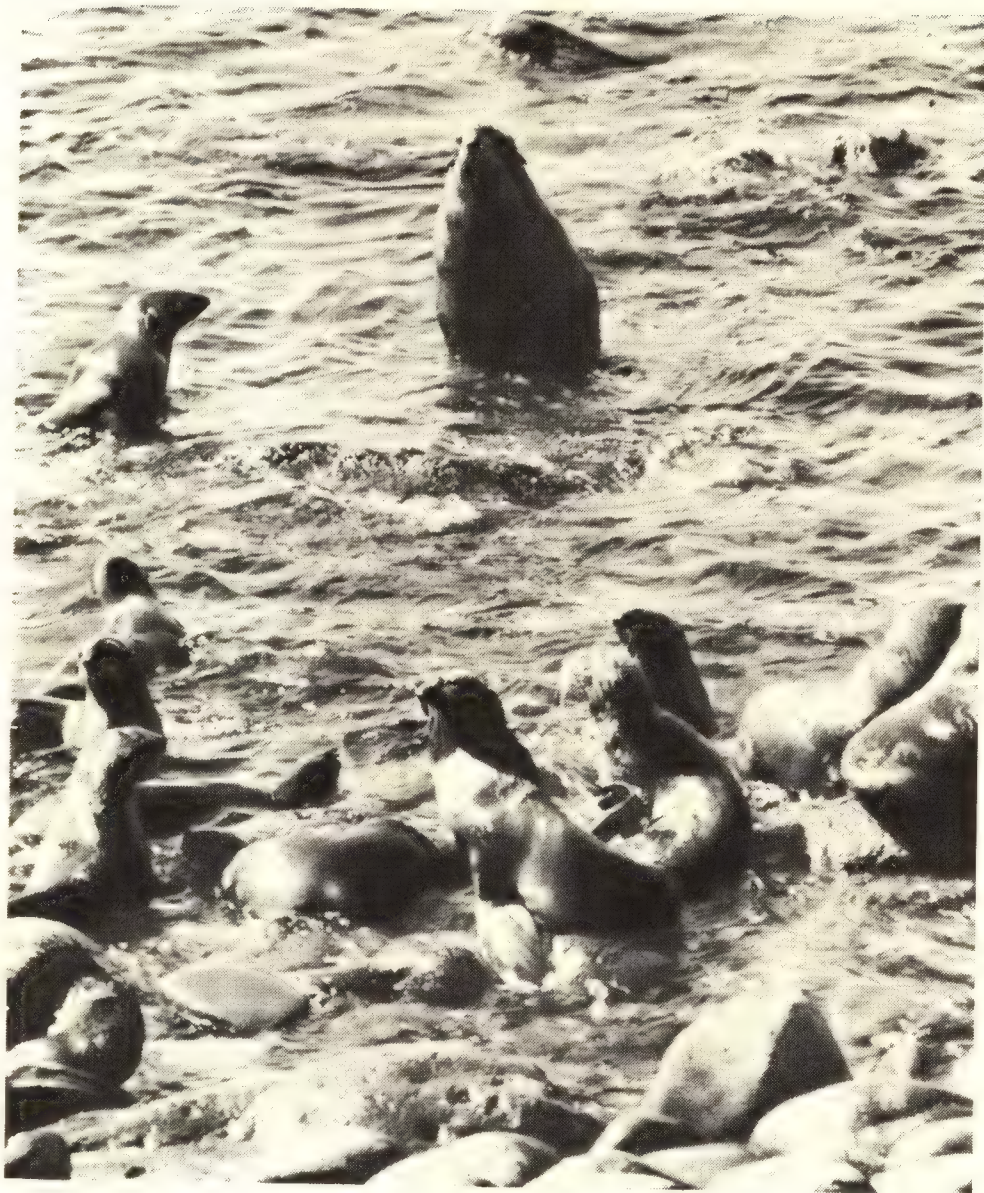
(г. Ярославль).

### НАЙДИТЕ ВИЛЛУ

Эта вилла — не белая, на севере — граничит не с серой виллой, на юге — не с черной виллой, а с восточной и с западной сторон от нее расположены группы деревьев.







## КОТИК КОТИКУ СКАЗАЛ... ИЛИ РАЗГОВОРЫ, ПОДСЛУШАННЫЕ НА ЛЕЖБИЩЕ

Л. СТИШКОВСКАЯ.

Фото Ф. Челнокова.

Не день, не неделю, месяц за месяцем проводят котики в море, словно не подозревая, что существует суша. А уйдя под воду, они чувствуют себя там не хуже рыб. Сказать, что котики — самые лучшие ныряльщики, значит исказить действительность. Однако 55 и даже 100 метров —

такую глубину они берут элементарно. Когда рассвет лишь собирается наступить, они то опускаются в пучину морскую, то выбирают из нее. А к полудню, закончив охоту и набив желудки кальмарами, светящимися анчоусами или минтаем, здесь же, на воде, устраиваются отдыхать.



# КАК СОЗДАВАЛСЯ ЦИКЛОТРОН

В одной из своих статей, опубликованной в 1973 году, академик П. Л. Капица писал: «Общепризнано, что в физике имеются два основных направления, соответственно которым у нас обучают физиков-теоретиков и физиков-экспериментаторов. Развитие современной физики показывает, что теперь такое подразделение недостаточно. При больших масштабах современных экспериментов требуется конструировать весьма сложные уникальные установки: ускорители, камеры для наблюдения пробега элементарных частиц, ядерные реакторы, сложную радиоэлектронную аппаратуру, необходимую для космических исследований, сверхпроводящие соленоиды с криостатами и ряд аналогичных установок. Для успешного их осуществления нужно быть не только физиком, но и инженером, поэтому требуется обучать физиков-конструкторов».

Яркий пример исследователя, сочетающего дарования физика и инженера, представляет собою сам Петр Леонидович. Искусное владение теоретическим арсеналом физики позволило ему создать оригинальную конструкцию турбодетандера для ожижения воздуха, проекты целого ряда других технических устройств. Таков же он и в разработке оборудования для физических экспериментов. Вспомним хотя бы про предложенный им шаровой дьюар. Необычная форма здесь диктуется математической закономерностью: из всех тел одного объема шар имеет наименьшую поверхность — тем самым снижается тепловой контакт с внешней средой, и сжиженный газ в таком сосуде хранится надежнее.

Показательна и поучительна в этом отношении история создания новых циклотронов У-200 и У-400 в Дубне, в Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований. Циклотрон У-400 был запущен в канун 1979 года, У-200 — перед ним. В их сооружении наряду с конструкторами и технологами непосредственное участие приняли физики Лаборатории ядерных реакций, возглавляемой Г. Н. Флеровым.

Как это происходило, в беседе с нашим корреспондентом Ю. Побожим рассказывает доктор физико-математических наук Юрий Цолакович ОГАНЕСЯН, заместитель директора лаборатории по научной работе.

В академическом архиве сохранилась справка, составленная в Радиовом институте АН СССР в 1939 году, к которому в институте был окончательно смонтирован, отлажен и начал действовать циклотрон. В справке сообщалось, что монтаж и наладку всей сложной установки выполнила бригада в составе трех физиков — А. И. Алиханова, И. В. Курчатова, Л. В. Мысковского — и трех инженеров — Д. Г. Алхазова, К. А. Бриземейстера, П. И. Мостицкого. Рядом с фамилией Курчатова в списке стояло: бригадир.

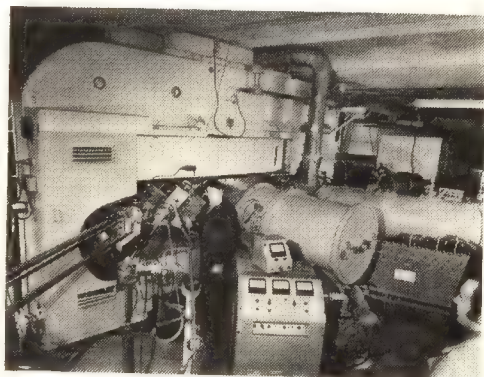
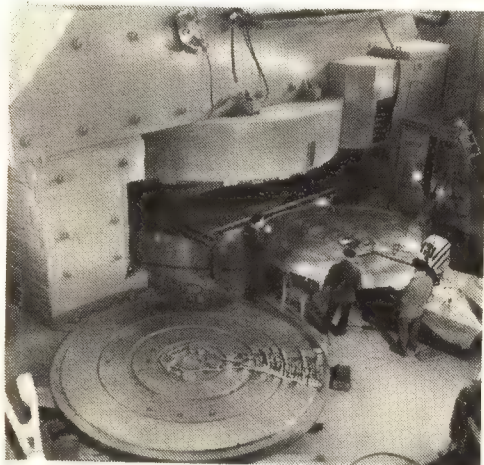
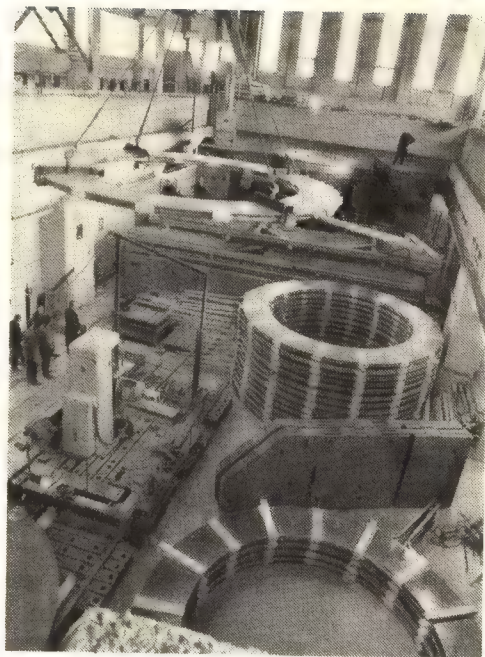
В этом документе можно усмотреть глубокий символический смысл: физики должны создавать инженерные сооружения для своих экспериментов наравне с кон-

структорами, более того — должны играть в этой совместной работе ведущую роль.

Следующий циклотрон, сооруженный под руководством Курчатова в Физико-техническом институте АН СССР, был уже самым мощным в Европе, а по некоторым показателям превосходил даже тот, что построил в Америке Э. Лоуренс, изобретатель этого типа ускорителей.

Приоритет физики в вопросах физического эксперимента сказался и полтора десятилетия спустя, когда И. В. Курчатов и Г. Н. Флеров обсуждали пути отечественных исследований по синтезу трансурановых элементов. Пионеры этих работ, американские физики во главе с Г. Сиборгом, вели синтез на линейных ускорите-





лях. У нас решено было использовать циклотрон. Выбор обосновывался глубокими физическими соображениями, и конструирование установок для намечавшихся экспериментов опять-таки рассматривалось как техническая задача, решаемая с позиций физика.

И вот еще десятилетие-другое спустя, когда список синтезированных трансуранов стал пополняться благодаря открытиям уже дубненских, а не американских физиков (в Дубне были впервые синтезированы сто четвертый, сто пятый, сто шестой, сто седьмой элементы менделеевской таблицы), — это говорило не только в пользу технической стратегии дубненских экспериментаторов: это убеждало, как важно, конструируя технику для физического эксперимента, смотреть на нее прежде всего глазами физика.

Мне вспоминается случай, происшедший в то время, когда я начинал работать в Институте атомной энергии. В нашу лабораторию зашел Г. Н. Флеров и, пробыв в ней некоторое время, вдруг спросил: «Почему у вас так душно?». «Не работает вентиляционная система». «А вы что же, не можете разобраться с вентилятором?» — удивился Георгий Николаевич.

Я привожу этот случай, как символ глубокой идеи, присущей школе Курчатова, которую мы чувствуем по работе с Г. Н. Флеровым: физик должен быть хозяином техники, во всяком случае, той, что так или иначе связана с его работой.

Мне могут заметить, что эта идея не нова: мол, еще с прошлого века бытует сентенция о том, что настоящий экспериментатор должен уметь пилить с помощью сверла и сверлить с помощью пилы; такие умельцы сами собирали свои экспериментальные приборы и могли обойтись без лаборантов.

Это так. Но времена меняются. Физические исследования сегодня необычайно усложнились, и парк необходимых для них приборов пополняется все более сложными установками. Подход к их изготовлению стал двояким: считается, что небольшой прибор экспериментатор может сделать сам или с помощью лаборантов, а если речь идет о многих тоннах, многих киловаттах, то прибор надо заказывать какому-либо заводу.

Так дело обстоит во всем мире: фирмы «Филипс» и «Телефункен» создают ускорители, фирма «Дженерал электрик» — ядерные реакторы и т. п.

Но ведь каким бы ни был физический прибор, простым или сложным, крохотным или многотонным, его основная задача — служить решению определенной научной проблемы, и он прежде всего должен наилучшим образом соответствовать этому основному своему назначению. Происходящие в нем процессы должны протекать так, как это желательно физику-экспери-

На этих снимках показаны этапы строительства циклотрона У-400.



ментатору для решения стоящих перед ним проблем.

И когда новая установка еще только проектируется, когда каждая деталь оборачивается вопросом — делать ее так или иначе, чем можно поступить, а на чем настаивать насмерть, — нет в этих вопросах более компетентного судьи, чем физик, задумавший установку и планирующий эксперименты на ней.

Однако при этом физик может отнюдь не представлять себе, каким образом и в какой мере воплотимы его ожидания. Ведь для этого следует учесть массу технических подробностей, начиная от свойств конструкционных материалов и кончая ГОСТами. Осваивать все это море подробностей у физика нет возможности — он должен постараться как можно четче передать свой замысел конструктору будущей установки, а потом лишь уповать на то, что замысел воплотится без искажений.

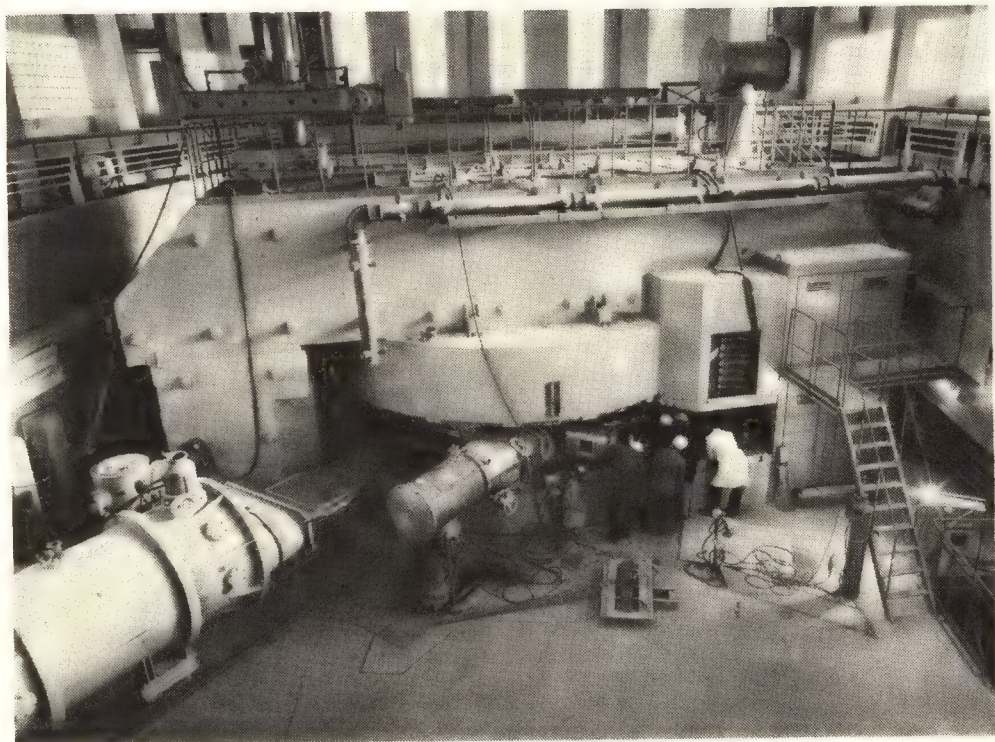
Встречаются конструкторы, на которых физик может вполне положиться, прося выполнить свои идеи. Мне приходилось работать с доктором технических наук И. Ф. Малышевым из ленинградского НИИ электрофизической аппаратуры. Во многих советских ускорителях чувствуется его рука, почерк талантливого конструктора. Когда говоришь с ним, трудно поверить, что он не физик по образованию — настолько глубоко и точно он тебя понимает.

Заказав задуманную установку заводу, физик хотел бы побыстрее получить ее. Такая торопливость объясняется не столько исследовательским азартом, сколько вполне объективными причинами. Новый при-

бор должен быть сделан быстро, поскольку ему быстро суждено и устареть. Приборы-долгожители в современной экспериментальной физике редкость — разве что микроскоп. Как бы ни был хорош прибор для решения сегодняшних проблем, завтра исследователю захочется иметь лучший, потому что и проблемы усложняются.

В чем конкретно выразятся эти завтрашние усложнения, очень трудно предсказать сегодня: ведь наука, как и поэзия, — езда в неизвестное. И поэтому развитие научного приборостроения не поддается долгосрочным прогнозам. Можно предугадать тенденции экспериментальной физики, но невозможно предсказать, какие конкретные эксперименты будут ставиться через пять или десять лет. Логично ли при этом ожидать, что наша промышленность, работа которой на много лет вперед определяется планом, будет создавать экспериментальные установки, точно соответствующие переменчивым намерениям исследователей? Разумно ли рассчитывать, что завод вдруг все бросит ради твоего заманчивого эксперимента? Конечно, нет — и оттого в последнее время все чаще случается, что замысел физика устаревает к моменту воплощения. Установка только-только запущена, но с научной точки зрения она уже изжила себя. На ней будет сделано еще много работ, но, к сожалению, по идеям вчерашнего дня.

Понимая все это, мы еще несколько лет назад, когда на повестку дня встал вопрос о сооружении нового циклотрона для нашей лаборатории, решили: имело бы смысл не только высказать идею новой





установки, но и поучаствовать в ее создании. Мы думали, что от такого участия установка получится более отвечающей нашему замыслу, да и готова будет скорее.

Это был своеобразный эксперимент, а в науке принято экспериментировать на моделях. Придерживаясь доброго обычая, мы решили строить новый ускоритель как бы в два этапа: прежде чем приступить к нему непосредственно, сделать еще один, поменьше, и по ходу его сооружения проверить себя, справимся ли мы с конструкторскими, технологическими и прочими трудностями такой работы.

Большой ускоритель значился в наших планах под наименованием У-400 (это означало, что диаметр его полюсов равен 400 сантиметрам). «Модельный» циклотрон планировался вдвое меньшим, и мы называли его У-200. Разумеется, он расценивался нами не просто как модель, предназначенная лишь для пополнения нашей технической эрудиции. Циклотрон такого класса — машина очень ходовая, их немало в научных центрах, где ведутся ядерные исследования, они пригодны для весьма разнообразных экспериментов, и нашей лабораторией он был бы очень кстати.

Участие физиков в создании «модельного» ускорителя У-200 началось прямо с его проектирования. Проект мы решили разработать вместе с инженерами нашей лаборатории, профессионалами и конструкторами.

Период взаимной адаптации физиков и конструкторов проходил трудно: конструкторов раздражала нечеткость наброска будущей установки, с которым к ним пришли физики, физиков выводила из себя дошность конструкторов, когда те начинали выяснять точные параметры каждой конкретной детали. Однако через некоторое время и те и другие научились говорить на одном языке.

Ускоритель У-200 был, наконец, спроектирован. Встал вопрос: где его изготавливать? Взять под мышку чертежи и ехать на серийный завод? Тогда все пойдет по-старому; технолог возьмет чертежи и половину из них перечеркнет: мол, этого мы не делаем, такая точность у нас не пройдет и так далее и тому подобное.

Мы вместе с конструкторами пошли в опытное производство при нашем Объединенном институте ядерных исследований. Мы полагали, что там есть все необходимое для выполнения нашего проекта: богатое оборудование, высокая энергооборуженность, квалифицированный персонал. Правда, до сих пор наше опытное производство не получало от физиков института таких крупных заказов, как наш. Однако прогнать с порога нас там не стали.

Изготовитель работал теперь в живом контакте с заказчиком, и любой технологический вопрос рассматривался уже не только в чисто техническом, но и в физическом аспекте, который теперь играл определяющую роль. Скажем, речь идет о допуске на ту или иную деталь. Какой же в нем физический смысл? — спрашивает себя физик, и допуск устанавливается исходя из научного

назначения данной детали и всей сооружаемой установки.

Так был построен ускоритель У-200. Как мы и думали, все получилось быстро и качественно.

Сказанным я вовсе не ставлю под сомнение возможности нашей промышленности с ее широчайшим диапазоном технического потенциала — от микроскопической интегральной схемы до космического корабля. Хочу лишь обратить внимание на то, что качество построенного ускорителя было в точности таким, какое требовалось для физического эксперимента — ни более низким (что обесценило бы установку), ни более высоким (что удорожало бы ее). Ясно ведь, что назначать высшую точность изготовления нет смысла, это все равно не удастся сделать, а если даже и удастся, установка получится баснословно дорогой. Но, поскольку ее изготовление шло под контролем экспериментаторов, те могли, так сказать, расставить нужные акценты: здесь необходима высшая точность, а здесь — не очень высокая.

В результате циклотрон У-200 получился одним из лучших в своем классе ускорителей, в частности непревзойденным по интенсивности пучка легких ионов. Такие пучки необходимы, например, при синтезе тяжелых изотопов искусственных элементов, созданием которых давно и успешно занимается наша лаборатория. На циклотроне У-200 был синтезирован тяжелый изотоп 106-го элемента, и сейчас проводятся эксперименты по изучению свойств изотопов 107-го. Использовался У-200 и в экспериментах по поиску сверхтяжелых элементов в природе: на нем облучались образцы минералов, в которых предполагалось обнаружить ядра сверхтяжелых элементов: взаимодействуя с ускоренными ионами галлия, они должны были проявить специфическую радиоактивность.

Однако с созданием нового ускорителя наша лаборатория приобрела не только его.

Она приобрела опломный конструкторский и технологический опыт. Относительно каждой детали нового ускорителя можно было со знанием дела сказать, удалась она или нет. Если удалась, мы знали, как повторить ее в будущих установках в столь же качественном виде. Если не удалась, мы представляли, как сделать ее лучше.

Экспериментаторы получили теперь право критически подходить к технологическим традициям, спорить с авторитетами в этой области. До создания нового ускорителя это казалось бы беспардонной дерзостью; нам возразили бы: традиции, которые вы оспариваете, обоснованы многолетней практикой, авторитеты подкреплены общепризнанными свершениями — а что совершили вы? Теперь же нам было на что опереться, когда нам говорили: то-то и то-то сделать нельзя.

Возьмем ради примера такой важный для циклотрона параметр, как напряженность магнитного поля между его полюса-

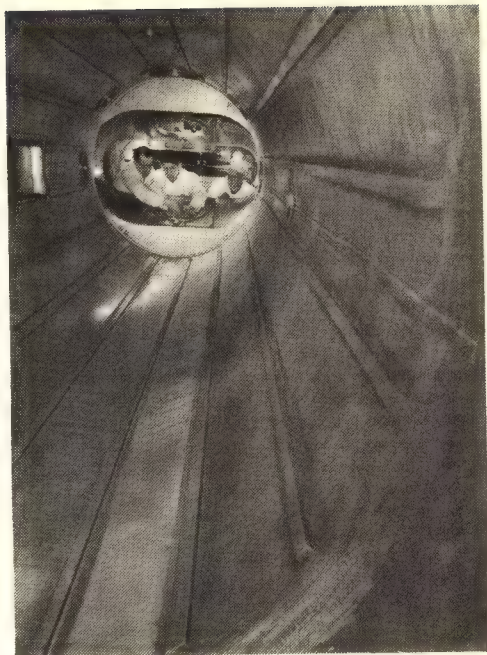


ми. (Важность этого показателя в том, что энергия частицы, разгоняемой на циклотроне, пропорциональна квадрату магнитного поля.) На строившихся до сих пор циклотронах того же класса, что У-200 (то есть с диаметром полюсов 200 сантиметров), величина напряженности магнитного поля составляет, как правило, 14—16 килоэрстед с амплитудой пространственной вариации относительно этого значения около 4 килоэрстед. Превзойти этот предел в традиционных конструкциях весьма сложно, и постепенно сложилось мнение, будто преодолеть его невозможно в принципе. Но так ли это на самом деле? Сохранив тот же принцип ускорения, не наращивая массу магнита и мощность электропитания, но изменив конструкцию ускорителя, мы сумели поднять характеристики поля: среднюю напряженность — до 20 килоэрстед, амплитуду — до 6. В результате энергия ускоряемых на циклотроне частиц возросла вдвое, если учесть ее зависимость от поля, отмеченную выше.

«Революционные преобразования» в экспериментальной технике не обходились без перегибов: переоценивая свою осведомленность в технике, мы иногда говорили такое, что приводило в ужас конструкторов и технологов. Но со временем все входило в разумные рамки.

Но самое важное, что возникло в итоге работы над «модельным» циклотроном, заключалось не в этом. Когда У-200 был уже построен и физики сели за его пульт, оказалось, что конструкторам не хочется расставаться со своей установкой! Как раньше вместе с физиками они обсуждали ее проект, так теперь они вполне компетентно обсуждали планируемые на ней эксперименты! Приходили технологи и тоже спрашивали: когда начнет работать циклотрон, какие эксперименты будут на нем ставиться?

Это очень важный момент, он показывал, что по ходу создания нового ускорителя сложился единый творческий коллектив физиков, конструкторов и технологов. В начале работы, в период взаимной адаптации, они приводили друг друга в раздражение. Сейчас они понимают друг друга с полуслова, а когда у одного не доходят до чего-то руки, он всецело полагается на другого: с кем выстрадал, тому и веришь! Они и ругаются-то уже по-другому: «Что ты делаешь глупости? — упрекает один другого. — Ведь ты уже понимаешь, что такое ускоритель!» А когда они спорят, то говорят друг другу: «Давай посмотрим, кто прав, на модели!» — и идут к ней, вновь переделывают ее, без сожаления выбрасывают деталь, которая когда-то стояла им мук, потому что уверены, что могут сделать еще лучше. Да, они уверены, что можно исполнить самый смелый замысел, если хорошо подумать и хорошо поработать.



Каждый смотрит на дело со своей точки зрения, но всеми владеет идея сотрудничества. Такая сплоченность дается нелегко; чтобы ее достичь, приходится многое пережить. Некоторые из тех, кто начинал совместную работу, ушли с полпути, не сумев сработаться с другими. Но те, кто остался, сообща могут совершить еще очень многое.

Главное, что было достигнуто созданием «модельного» ускорителя У-200, — способность и готовность его создателей сооружать новые, большие установки. На очереди стоял ускоритель У-400, моделью для которого был У-200.

Работа над новым ускорителем шла еще сложнее, еще быстрее, чем над прежним. Вряд ли стоит здесь подробно пересказывать хронику его строительства. Это загромодило бы рассказ малопонятными для неспециалистов подробностями, а суть дела не в них, суть в самом подходе к конструированию и изготовлению крупных экспериментальных установок. Он вновь рекомендовал себя с наилучшей стороны: циклотрон У-400 вышел лучшим в мире в своем классе ускорителей, он был сделан за три года, тогда как обычным порядком делался бы дольше и оказался бы дороже.

Мне кажется, что рассказанная здесь история сооружения двух ускорителей содержит немало поучительного для исследователей, которые желали бы качественно и быстро создавать для себя крупные экспериментальные установки, отвечающие последним достижениям техники и потребностям современной науки, а также способные в значительной мере удовлетворить ее завтрашним запросам.



# ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

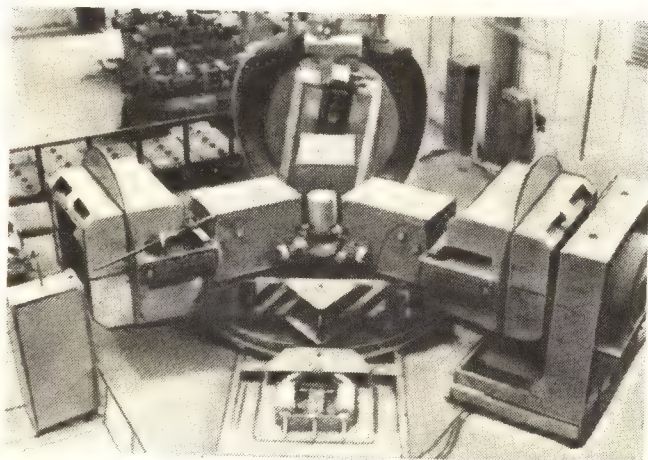
Жизнь показала, что при проектировании и строительстве шоссейных и железных дорог, при решении проблем, связанных с развитием гидроэнергетики, водного транспорта, с орошением сельскохозяйственных угодий, отсутствие точной гидрологической информации или пренебрежение ею чревато серьезными последствиями. Убедительных примеров с разрушениями, как на реке Тобол в 1948 году, или большим числом человеческих жертв, как в районе строительства плотины Боулдер-Дам в Америке, можно привести много.

Но чтобы гидролог дал исчерпывающую информацию, необходимую строителям и проектировщикам, он должен иметь, помимо значительной суммы теоретических знаний, точные характеристики многих природных явлений, в том числе таких, как бурные весенние половодья, интенсивные

дождевые паводки, таяние ледников и наледей, разрушительные селевые потоки, снежные лавины, переформирования русел рек...

В нашей стране около трех миллионов рек. Свыше тринадцати тысяч гидрологических станций и постов кропотливо наблюдают на своих участках за основными характеристиками водного режима. Некоторые посты ведут непрерывное наблюдение уже более ста лет. Эта незаметная и на первый взгляд пустяковая работа гидрологов исключительно важна для народного хозяйства страны. Собранные по крупницам сведения легли в основу уникального, не имеющего прецедента в мировой практике пособия — «Справочника по водным ресурсам поверхностных вод СССР». Он состоит из трех разделов, в каждом — по двадцать томов. По разделу «Основные гидрологические характеристики» предусмотрен периодический выпуск дополнительных томов с текущей гидрологической информацией.

Установка для ротационного формования.



# ЗАПОВЕДНИКИ ДЛЯ МУРАВЬЕВ И ГРИБОВ

По инициативе ученых Института зоологии и ботаники Академии наук Эстонской ССР в районе Аксте (Эстония) организован первый в нашей стране муравьиный заповедник. Он расположен на площади заповедного леса в 130 гектаров. В заповеднике более тысячи муравейников и каждый взят на учет. Как полагают специалисты, в заповедном лесу есть муравейники, возраст которых исчисляется веками. Встречаются муравьиные постройки высотой около двух метров.

В Литовской ССР объявлен заповедным Аницянский бор — одно из красивейших мест республики: кажется, что не природа, а талантливый художник с ландшафтным архитектором потрудились здесь. В этом бору и на полянках растет более 150 видов грибов, а в хрустально-прозрачных речках много рыбы.

В заповедниках ведется серьезная научная работа. Так, например, исследуются возможности искусственного переселения муравьиных семей в молодые леса.

# МЕТОДОМ РОТАЦИОННОГО ФОРМОВАНИЯ

Если определенную дозу порошкообразного термопластичного материала ввести в полую форму, затем привести ее во вращение вокруг двух взаимно перпендикулярных осей и поместить в камеру нагрева, то произойдет оплавление порошка, который под действием центробежных сил равномерно распределится по стенкам формы. Из формы выйдет полая внутри деталь со стенками одинаковой толщины, какую трудно получить иными способами формования. Такой метод получил название ротационного. Он, как показал опыт, лучше известных для изготовления крупных пластмассовых контейнеров различной конфигурации.

В научно-производственном объединении «Техно-



Лечение можно проводить и амбулаторно, только желательно, чтобы в этом случае «яблочный» день был приурочен к выходному.

Был исследован липидный (жировой) обмен у больных, находившихся под наблюдением. Оказалось, что диетическое питание, включающее контрастно-разгрузочную диету, эффективно действует на характер этого обмена. Такая диета понижает содержание общего холестерина и его эфиров в крови. И наоборот, у тех больных, у которых содержание холестерина в начале наблюдений было относительно низким, уровень его после разгрузочной недели поднялся, но не вышел за пределы нормы.

Контрастно-разгрузочная диета вызывает особенно выраженные сдвиги к норме в процессах обмена триглицеридов в организме. Этот факт необходимо учитывать при лечении больных ожирением, у которых в большей степени нарушен именно этот «участок» в сложной цепи обменных процессов.

**В. ЛОЙКО, Н. БЕКЕТОВА, Е. ЛЕБЕДЕВА и другие.** Контрастно-разгрузочная неделя в комплексной терапии больных с обменно-алиментарным ожирением и ее влияние на изменение массы тела и показатели липидного обмена. «Вопросы питания», № 5, 1979.

## МЕТЕОРИТЫ — ХРАНИТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ ТАЙН

Упавший в Мексике в 1969 году метеорит Allende привлек внимание большого числа исследователей. Этот метеорит, отнесенный к классу углистых хондритов, содержит необычные «белые включения», обогащенные алюминием и кальцием; его вещество отличается и необычным изотопным составом кислорода, магния, титана и других химических элементов. Ученые, занимающиеся проблемами космохимии, особую ценность этого объекта видят в том, что вещество метеорита Allende мало изменилось с тех далеких времен, когда отдельные частички вещества объединились и образовали тело метеорита. Этот процесс, по мнению одних исследователей, совпал по времени со стадией конденсации охлаждающегося солнечного облака; другие считают, что этот метеорит образовался еще раньше, когда наше Солнце было сверхновой звездой.

В шестидесятых годах большой интерес ученых вызвали обнаруженные в метеоритах следы реликтовых космических лучей: в период, отдаленный от нас громадным интервалом времени, их ядра проникли в метеорит и, замедляя свой бег, останавливались в веществе, оставив за собой микроследы — треки.

Особенно информативными оказались треки в оливине: после соответствующей обработки кристаллов их можно наблюдать в электронный микроскоп. Оливин удобен тем, что этот минерал широко представлен в веществе метеорита Allende. Кристаллы оливина хорошо сохранились, на них нет следов теплового разрушения. В кристалликах оливина, искусственно облученных в лаборатории, тоже можно наблюдать треки, но после выдержки в течение одного часа при температуре 500°C эти следы исчезают, «залечиваются». Значит, в процессе своего существования метеорит Allende не подвергался такому нагреву. Было исследовано 2200

кристалликов оливина из вещества метеорита Allende. Изученные кристаллы имеют сравнительно невысокую плотность треков —  $10^6$ — $10^7$  треков на квадратный сантиметр. Некоторые кристаллы не несут следов облучения, но по химическому составу зерна, облученные и необлученные, полностью совпадают.

Если сравнить оливинные зерна из метеорита с лунным реголитом, можно прийти к выводу, что в метеорите зерна облучались непродолжительное время. Характер распределения треков в метеоритных образцах говорит о том, что кристаллы оливина были повернуты к источнику облучения преимущественно одной стороной и практически не перемешивались. Очевидно, энергия космических лучей, которые попадали на оливин, во много раз превосходила средний уровень солнечного космического излучения наших дней. Эти древние реликтовые космические лучи содержали очень большую долю тяжелых ядер. До сих пор ни одно из исследований треков в метеоритах или лунном веществе не зарегистрировало космические лучи такого состава. Ученые считают, что столь энергичные космические лучи могли быть в период молодого Солнца.

Все наблюдения треков в метеоритном оливине приводят к выводу, что оливинная фракция метеорита Allende претерпела кратковременное одностадийное облучение; причем этот процесс происходил, по-видимому, до того, как отдельные частички вещества объединились, образовав метеорит.

**Н. КОРОТКОВА, А. ЛАВРУХИНА.** Доаккреционное облучение кристаллов оливина низкоэнергетичными ядрами космических лучей. «Геохимия» № 9, 1979.

# НА ПУТЯХ К ХИМИЧЕСКОЙ БИОНИКЕ

В суждениях исследователей о наиболее перспективных направлениях развития химии нередко слышатся термины «химическая бionика», «моделирование природы». Речь идет о том, чтобы в химическом производстве использовать принципы химических процессов, протекающих в живых организмах. В беседе с нашим корреспондентом Ю. Побожим своими соображениями о методах и возможностях моделирования живой природы делится академик АН УССР Константин Борисович ЯЦИМИРСКИЙ.

Академик АН УССР К. ЯЦИМИРСКИЙ.

## ЗАЧЕМ ХИМИКИ МОДЕЛИРУЮТ ПРИРОДУ?

Некоторые разновидности асцидий — морских животных с бочкообразным, студенистым, прикрепленным ко дну телом — обладают уникальной особенностью: в их крови содержится ванадий. Асцидии поглощают его из морской воды.

Ванадий незаменим в металлургии для легирования особо прочных сталей. Но концентрация этого металла в рудах обычно очень невысока, так что его добыча представляет собой весьма трудоемкий процесс.

В Японии разводят асцидий на подводных плантациях, собирают урожай, сжигают и получают золу, в которой ванадий содержится в более высокой концентрации, чем в руде многих его месторождений.

А нельзя ли создать промышленную установку, которая извлекала бы ванадий из морской воды по тому же принципу, что асцидии? К сожалению, этот принцип еще не разгадан. Огромные запасы ценного металла, содержащегося в Мировом океане, остаются неиспользованными.

Можно перечислить еще немало нерешенных химических загадок живой природы, решение которых обогатило бы технику новыми возможностями.

В клетках высших животных концентрация ионов калия в несколько раз выше, чем концентрация ионов натрия, а во внеклеточных областях — в десятки раз ниже. Это наводит на мысль, что клеточные мембраны обладают механизмом, который отбирает ионы калия, отделяет их от ионов натрия. Разгадка этого механизма была бы очень желательна: добывая калий для производства калийных удобрений, его тоже приходится отделять от натрия, сопутствующего ему в месторождениях, да и вообще задача разделения близких по химическим свойствам элементов немало важна для многих производств.

В каждом из существующих тепловых двигателей химическая энергия топлива, прежде чем превратиться в механическую, переводится в тепловую — топливом сжигают. Между тем в организме любого животного химическая энергия пищи превращается в механическую энергию мышц без предварительного перевода в тепло. Разгадка столь непосредственного превра-

щения энергии подсказала бы конструкторам новые типы двигателей.

Принцип передачи нервных сигналов, будь он разгадан, возможно, позволил бы создать более совершенные средства связи; принцип распознавания веществ по вкусу и запаху — новые методы химического анализа; принцип действия ферментов — более экономичные каталитические процессы; принцип фотосинтеза — новые источники энергии.

Разгадать принцип действия той или иной химической системы, сложившейся в ходе эволюции в живой природе, и воспроизвести его в искусственно созданной химической системе — это и имеется в виду, когда химики говорят о моделировании биохимических процессов.

## КАК ХИМИКИ МОДЕЛИРУЮТ ПРИРОДУ?

Известно, что в жизненных процессах огромную роль играют ионы некоторых металлов, получивших благодаря своему участию в ответственных биохимических реакциях звание «металлов жизни».

В этих реакциях ионы металлов участвуют не сами по себе, а в составе особых соединений — биоконплексов металлов. Большинство таких соединений отличается поразительной сложностью: ион биоактивного металла снабжен в них органическим «довеском», в тысячи и десятки тысяч раз большим по массе, чем сам ион.

Зачем нужен этот «довесок»? Какова его роль? На этот счет высказывается несколько гипотез.

Можно предположить, что органическая конструкция, несущая в себе ион металла, образует каналы, по которым к этому иону поступают реагирующие биомолекулы и удаляются продукты реакции. Эти каналы должны иметь строго определенные размеры и форму, чтобы по ним проходили лишь нужные молекулы и, вступая в реакцию, располагались должным образом друг относительно друга. Канал с эластичными стенками, очевидно, не обеспечил бы такого отбора и взаимориентации молекул. Необходимая жесткость достигается утолщением стенок. С другой стороны, канал должен быть и достаточно гибким, чтобы побыстрее выталкивались готовые молекулы, образовавшиеся в ходе реакции. Поскольку в молекулярных цепочках соседние звенья гнутся друг относительно друга, как правило, на очень небольшие углы, то желательную гибкость



молекулы могут приобрести, очевидно, опять-таки лишь за счет достаточно больших размеров.

Казалось бы, все эти очевидные соображения оправдывают сложность, присущую природным биоккомплексам металлов, и предостерегают химика от упрощенчества при их моделировании: ведь детали, усложняющие структуру биоккомплекса, в то же время совершенствуют его действие, а стало быть, заслуживают того, чтобы воспроизвести их в модели.

В самом деле, представим себе, что искусственный аналог природного соединения используется для извлечения из руд ценных компонентов. Если это искусственное соединение будет таким же избирательным, как и природное, оно извлечет из руды нужные вещества в весьма чистом виде, без посторонних примесей. Если искусственное соединение применяется в химическом производстве и действует столь же точно, как его природный прообраз, это означает, что производство не дает побочных продуктов, отходов. А быстрое удаление готового продукта — это высокая производительность процесса.

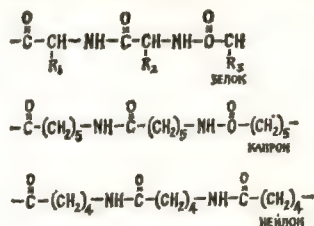
Но, с другой стороны, не надо забывать, что природа очень ограничена в средствах, когда создает живые организмы. Она вынуждена работать при атмосферном давлении и в очень узком интервале температур (выше 50°C свертываются белки, ниже 0°C замерзает вода). А химик может готовить свои соединения при весьма высоких температурах и давлениях или, напротив, при сильном охлаждении и разрежении. Природа применяет лишь один растворитель — воду, химик же может взять и ацетон, и бензол, и этанол, и толуол, и еще множество других. Природа в отличие от химика ни на одной стадии своего производственного процесса не может использовать сильно кислые или щелочные среды, так как для живых тканей они губительны. Наконец, очень ограничен набор «реактивов», с которыми работает природа (аминокислоты, фосфорная и некоторые карбоновые кислоты, азотистые основания, сахара, липиды — вот почти и все). А у современного химика более миллиона реактивов.

Весьма стесненная в средствах, природа просто вынуждена создавать соединения с необходимыми свойствами ценой усложнения биологических структур. Напротив, химик с его широкими возможностями вправе рассчитывать, что тех же целей он сможет достичь с помощью других, более простых соединений.

Моделируя природные вещества и химические процессы, химик прежде всего старается выделить существенные черты моделируемого образца. Для их воплощения он перебирает все средства, доступные ему, а не только те, которые использовала природа. Нередко такое варьирование приводит к успехам, намного превосходящим рекорды природы, к результатам неожиданным и очень полезным.

Это хорошо видно хотя бы на примере исследователей, создавших первые синте-

тические волокна. Образцом для подражания здесь служили белковые цепочки, из которых состоит и шерсть и шелк; моделью — полиамидные молекулы. Первые же синтезированные по природному образцу волокна (нейлон, капрон) по прочности не знали себе равных среди волокон, созданных природой.



Если же модель не отвечает поставленной цели, химик продолжает анализировать природное соединение, которое он моделирует, вскрывает в нем существенные черты, не замеченные ранее. Строится новая модель, и химик опять старается использовать все свои возможности, и опять на широких путях дальнейшего поиска его ждут новые открытия и достижения.

Чтобы проиллюстрировать примерами такой подход к моделированию природы, вновь обратимся к биоккомплексам металлов.

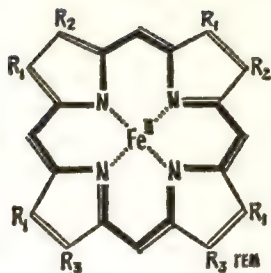
## МОЛЕКУЛЫ, ПЕРЕНОСЯЩИЕ КИСЛОРОД

Жизненная роль гемоглобина общеизвестна: в организмах позвоночных и некоторых других животных он переносит кислород — захватывает его в органах дыхания и отдает в клетках.

Промоделировать такое обратимое присоединение кислорода было бы очень полезно. Вообразим, например, подводные города будущего, о которых много говорят футурологи. Как доставлять туда кислород, необходимый для дыхания и многих технологических процессов, например, сварки? В баллонах высокого давления? Нет, гораздо проще было бы использовать твердые вещества, способные поглощать кислород, а когда нужно — отдавать (например, при нагревании). Разработать такие вещества можно по образцу и подобию природных переносчиков кислорода — гемоглобина или сходного с ним по строению миоглобина.

В молекулах того и другого биоккомплекса центральную роль играет ион железа. Именно он присоединяет к себе молекулу кислорода (да еще активирует ее, так что доставленный в клетки кислород способен принять там особо деятельное участие в реакциях окисления).

Ион железа и в гемоглобине и в миоглобине заключен в своеобразную оправу, так называемый порфириновый цикл (а все вместе называется гемом). Видимо, при моделировании в первом приближении стоит оставить лишь это непосредственное окружение иона железа, да и то,



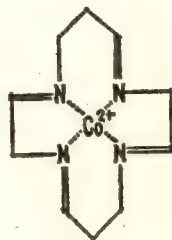
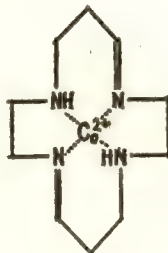
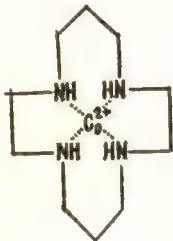
пожалуй, не все, а лишь центральную крестовину, выделенную на рисунке жирными штрихами. Ее можно принять за основу всех последующих вариантов.

Что же поддается варьированию? Прежде всего сам центральный ион. Известно, что порфириновый цикл входит в состав хлорофилла, но там в него вправлен ион магния. Очень сходен с порфириновым корриновый цикл, обнаруженный в молекуле витамина В<sub>12</sub>, но там центральное место занимает ион кобальта.



От порфиринового корриновый цикл отличается усеченным видом одного из лучей центральной крестовины — это подсказывает еще одну вариацию моделируемой структуры. Можно варьировать также характер связей между атомами оправы — делать их либо одинарными, либо двойными. Наконец, о тех атомах оправы, с которыми непосредственно соединяется центральный ион металла: и в порфириновом и в корриновом цикле это атомы азота, но можно испробовать в этой роли атомы кислорода или серы, также способные образовывать координационную связь.

Вот некоторые варианты, намеченные проведенным рассуждением. В центре каждой из структур — ион кобальта, соединенный координационными связями с атомами азота:



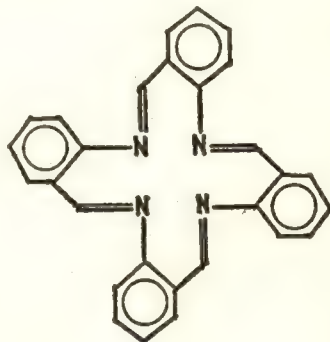
Все это соединения, растворимые в воде. Их способность обратимо присоединять кислород испытывалась в замкнутом сосуде, куда заливался раствор. Пространство над ним заполнялось кислородом, растворенное вещество поглощало кислород и от этого меняло окраску — раствор бурел. Затем пространство над раствором заполнялось азотом, равновесие между содержанием кислорода в жидкости и в газе над ней нарушалось, кислород выделялся из раствора, отщепляясь от растворенного вещества, — и жидкость светлела.

Первое из представленных веществ «работало» 4—5 таких циклов и после этого теряло способность обратимо присоединять кислород. Следующее вещество, отличающееся от предыдущего наличием двух сопряженных связей, выдерживало уже 15—20 циклов. Еще большего можно ожидать от третьего из представленных веществ, в молекуле которого уже четыре сопряженных связи.

Правда, если он выдержит даже с полсотни циклов, это будет еще очень мало по сравнению с гемоглобином: каждая его молекула действует десятки миллионов циклов.

Что же обеспечивает столь высокую выносливость? Не те ли детали, которые при моделировании гема были опущены в первом приближении?

И вот химики стали оснащать простейшие крестообразные структуры, подобные только что рассмотренным, различными привесками — и опять-таки не только теми, которые могла бы использовать природа. В дело, например, пошло бензольное кольцо, чрезвычайно редко встречающееся в веществах живой природы. Так было получено, в частности, соединение с такой структурой:





Ничего выдающегося по части обратимого присоединения кислорода оно из себя не представляет, но зато у него обнаружились другие, поистине уникальные качества. Например, оно прочно присоединяет к себе двухвалентную медь. Когда образовавшееся соединение реагирует с бромат-ионом, медь, находясь в такой оправе, переходит в трехвалентное состояние и способна устойчиво пребывать в нем. Это подлинная химическая диковинка: трехвалентная медь встречается в очень немногих соединениях, к тому же очень нестабильных.

До сих пор в роли моделей природных переносчиков кислорода перед нами выступали плоские структуры. А ведь и в гемоглобине и в миоглобине химические связи тянутся к иону железа не только с четырех боков: снизу к нему присоединена имидазольная группа; эта же группа нависает над ним сверху, образуя своеобразное прикрытие для присоединяемой молекулы кислорода. Таким образом, партнеры по химической связи располагаются вокруг иона железа по шести взаимно перпендикулярным направлениям.

Такая же координация связей характерна и для иона кобальта, наиболее часто используемого при моделировании природных переносчиков кислорода. И если модель предполагается объемной, а не плоской, как до сих пор, целесообразно взять соединение, молекула которого может образовать с ионом кобальта три связи: две таких молекулы, присоединяясь к нему, позволят реализовать все его возможности. Одна из связей, образуемых такой молекулой, должна быть достаточно слабой: когда к такому комплексу приближается молекула кислорода, эта связь долж-

на обрываться, освобождая для кислорода место близ иона кобальта.

Перечисленными достоинствами обладает аминокислота гистидин. Из рисунка ясно, как его молекула присоединяется к иону кобальта, как одна из возникающих при этом связей (та, что образована карбоксильной группой) рвется, освобождая место для молекулы кислорода, и как в итоге образуется соединение, включающее в свой состав кобальт, гистидин и кислород.

Когда исследовалось окисляющее действие такого соединения, выяснилось, что оно способно превращать водный раствор сернистого ангидрида в серную кислоту. Сернистый ангидрид — один из опаснейших загрязнителей атмосферы. Он образуется во многих производствах. Давно изыскиваются надежные способы его нейтрализации. Вышеописанное превращение — как раз один из таких способов.

Это еще одна ценная находка, обнаруженная химиками на путях моделирования природы.

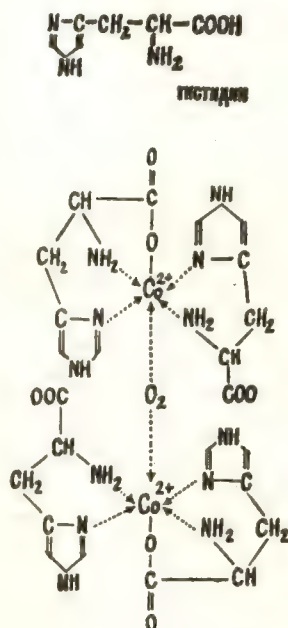
## МОЛЕКУЛЫ-КОРОНЫ

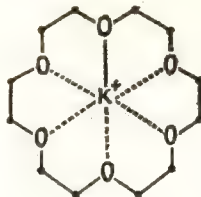
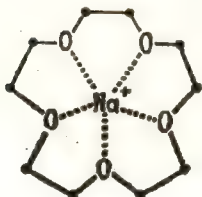
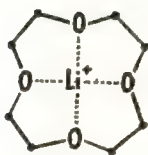
Когда было расшифровано строение антибиотика валиномицина, оказалось, что его молекула имеет форму кольца и способна захватывать внутрь себя ионы некоторых металлов.

Полагают, что кольцевые молекулы антибиотиков, способные захватывать и переносить ионы металлов, нарушают химический процесс запасаения энергии в болезнетворных бактериях и тем самым выводят их из строя. Еще неизвестно, какие именно сбои вызывают в этом процессе молекулы — носительницы ионов: то ли недостаток необходимых ионов, то ли избыток нежелательных. Главное и самое удивительное не в этом, а в том, что в обоих случаях совершается перенос ионов через оболочку бактерий. Осуществить такой перенос очень непросто. Дело в том, что оболочку любой клетки (и бактерии тоже, поскольку она из одной клетки и состоит) образуют так называемые липиды. Молекулы этих веществ обычно изображают похожими на головки стикеров. Располагаясь плотным строем в клеточной оболочке, они образуют как бы жировой слой. Преодолеть такой слой иону металла нелегко. Это нетрудно доказать на опыте, попытавшись растворить поваренную соль в растительном масле, — опыт не удается, ионы натрия в масле передвигаться не могут. Точно так же они не способны пройти и сквозь клеточную оболочку.

Заключенные же в кольцевую молекулу валиномицина, они легко совершают это транзитное путешествие. Легкость прохождения обеспечивается свойствами кольца.

В моделировании подобных кольцевых молекул есть немалый интерес. Первое, что здесь напрашивается, — искусственно воспроизвести структуры, подобные валиномицину, для тех же применений — для





переноски ионов металлов, для лечения заболеваний.

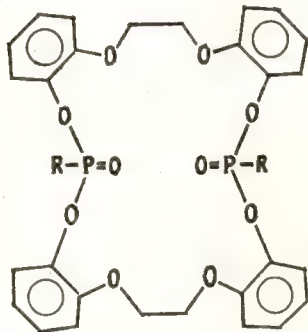
Вот несколько простейших искусственно синтезированных молекул такого рода. Их называют коронами. У представленных здесь корон внутренний ободок образован атомами кислорода. Все эти вещества вступают в довольно прочную координационную связь с ионами щелочных металлов. Уже это само по себе удивительно: щелочные металлы всегда считались не очень-то способными к завязыванию координационных связей.

Поразительна разборчивость таких корон: каждая обнаруживает пристрастие лишь к тому иону, величина которого соответствует диаметру полости, и не вступает в связь с другими ионами.

В подобной избирательности нетрудно усмотреть выгодный технологический аспект: короны удобны для того, чтобы разделять смеси металлов, — ионы каждого будут захвачены и извлечены из смеси с помощью соединения, пристрастного именно к этому металлу.

В самом начале статьи отмечалось, как важна задача такого разделения. Один из путей к ее решению лежит через синтез соединений с коронообразными молекулами определенной структуры.

Внутренний обод короны, сложенный из одних лишь атомов кислорода, предпочтителен, как мы уже видели, для захвата щелочных металлов. Если взять подобную оправу с шестью атомами кислорода и заменить два диаметрально противоположных атома атомами серы, получается хорошая оправка для ионов серебра. Удачу принесло появление в хороводе из атомов кислорода двух противоположно расположенных фосфорильных групп: в таком окружении охотно занимают место и магний, и кобальт, и никель, и медь.



С помощью кольцевых переносчиков ионов удается вводить в организм нужные микроэлементы и удалять токсичные металлы. Стронций, например, с их помощью извлекается даже из костных тканей!

Хорошо известна высокая окислительная способность водного раствора перманганата калия (или попросту марганцовки). А ведь в таком растворе перманганат-ион плотно окружен молекулами воды и не может в полной мере проявить свою окислительную мощь. (Дело в том, что электронное облако, окутывающее молекулу воды, смещено к атому кислорода, на оголенных атомах водорода возникает избыток положительного заряда, и благодаря силам электростатического притяжения молекулы воды сцепляются с отрицательно заряженным перманганат-ионом, одевая его плотной «шубой».) Вот если бы взять в качестве растворителя бензол или толуол, молекулы которых обладают симметричным электронным облаком! Увы — фиолетовые кристаллики перманганата калия ни в одной из этих жидкостей не растворяются. Добавим теперь в растворитель немного того искусственного соединения с кольцевидными молекулами, которые прочно захватывают ионы калия. Это соединение перетянет их из кристалликов марганцовки в органический растворитель, а за ионами калия потянутся, влекомые силами электростатического притяжения, перманганат-ионы. Поскольку в бензоле или толуоле они не окружены «шубой» из молекул растворителя, их окислительная активность в таком растворе выше во много раз.

Еще более поразительная картина наблюдается тогда, когда подобным образом ионы калия перетягиваются в раствор из образца чистого калия. Атом калия превращается в ион, лишаясь электрона. Куда же деваются покинутые электроны, когда ионы переходят в раствор? Они остаются в образце металла, садятся на атомы калия и превращают их в отрицательно заряженные ионы. Это уже подлинная невидаль — отрицательно заряженные ионы щелочного металла! Они способны вступать в химическое взаимодействие с различными молекулами и ионами, образуя совершенно неведомые доселе соединения, свойства которых сейчас привлекают внимание исследователей.

Так вновь проявляются выгоды от моделирования живой природы: пытаясь воспроизвести созданные ею вещества, химики попутно синтезируют небывалые соединения, обещающие новые технические возможности.



# ЗНАМЕТКИ О СОВЕТСКОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

## 80 МЕТРОВ В СЕКУНДУ

Увеличение скорости обработки деталей—это повышение производительности без расширения производственных площадей и станочного парка. Одной из

Следующим этапом было достижение скорости 60 метров в секунду.

Недавно на Московском абразивном заводе начато производство шлифовальных кругов, на которых указана окружная скорость:



важных задач абразивной промышленности Советского Союза в послевоенные годы была разработка шлифовальных кругов, которые позволили бы повысить окружную скорость при эксплуатации инструмента с 35 до 50 метров в секунду. Для этого требовалось вдвое повысить прочность шлифовальных кругов. Это было достигнуто определенной рецептурой связующего материала и технологией изготовления. Повышение скорости обработки на 15 метров в секунду обеспечило повышение производительности на 30—40 процентов и снижение шероховатости обработанной поверхности на один класс.

«80 м/с». Эти абразивные инструменты поставляются, в частности, на 1-й Государственный подшипниковый завод для автоматической линии по производству подшипников.

## ОПЕРАЦИЯ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Немногим более ста лет назад — в 1877 году—капитан II ранга Н. Пущин издал первое «Руководство для плавания по Каспийскому морю» и в нем отметил опасность обмеления северной части моря.

В современной «Лоции Каспийского моря» можно прочитать: «...Вследствие обмеления... северная граница Астраханского рейда непрерывно переносится к S» («к S» означает «к зюйд» — то есть к югу).

Непрерывное изменение границы — это не что иное, как непрерывное падение уровня моря. Сейчас уровень Каспийского моря почти на 29 метров ниже уровня океана. Причина обмеления, если не вдаваться в подробности, одна — расход воды превышает поступление.

Проектов поддержания уровня Каспийского моря существует много. Первые появились на рубеже нынешнего столетия.

Ряд ученых предлагает направить в Каспий воды Днепра, Дона и некоторых северных рек, есть идея перебросить воду из Черного моря, существует проект регулирования уровня Каспийского моря с помощью Оби и Енисея, при этом, как полагают ученые, решаются и проблемы сохранения Аральского моря и орошения посевных площадей Средней Азии. Но проекты эти пока осуществить невозможно: они требуют очень больших капиталовложений и времени.

Сейчас идут работы по сокращению площади моря. В частности, завершается «хирургическая операция» — отсечение залива Кара-Богаз-Гол, который лежит на три метра ниже уровня Каспийского моря и испаряет воды больше, чем получает ее из моря. Надо заметить, что с предложением отсечь залив от моря выступал еще в 1847 году лейтенант Жеребцов, сообщив, что морская вода, попадая в Кара-Богаз-Гол, исчезает в нем, как в прорве.

По заключению ученых, ни один из существующих проектов «в одиночку» не восстановит и не стабилизирует уровень Каспийского моря, необходим комплексный проект, позволяющий осуществить поэтапно ряд радикальных мер. Началом можно считать отделение «аппендикса» — Кара-Богаз-Гола.



# «ТОКАМАК-7» — ЕЩЕ ОДИН ШАГ К РЕАКТОРУ

Закончившееся десятилетие в термоядерных исследованиях с полным основанием можно назвать десятилетием токамаков. Именно на этих установках, родившихся почти четверть века назад в нашей стране, впервые удалось объединить высокую температуру плазмы (до 80 миллионов градусов), ее высокую плотность (до  $10^{15}$  частиц в кубическом сантиметре) и значительное время удержания (до 0,1 секунды). По расчетам, для зажигания самоподдерживающейся термоядерной реакции достаточно, чтобы плазма с плотностью  $10^{14}$  частиц в кубическом сантиметре, нагретая до температуры 80—100 миллионов градусов, удерживалась в камере без соприкосновения с ее стенками в течение нескольких секунд. Отсюда становится понятным оптимизм ученых и по поводу перспективности установок типа токамак.

Во всем мире сейчас насчитывается более сотни токамаков. Полученные на них экспериментальные результаты позволяют достаточно надежно рассчитывать параметры установок, вплоть до промышленного термоядерного реактора. Огромный вклад в развитие термоядерных исследований внесли советские ученые и инженеры. Ими было создано большое семейство токамаков, начиная от первой в мире установки этого класса ТМП (1954 год) до крупнейшей действующей термоядерной установки «Токамак-10» в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова.

Токамак внешне и по принципу действия похож на большой трансформатор (см. первую страницу обложки и цветную вкладку, рис. Б). К его первичной обмотке подводится электропитание из сети, а вторичной обмоткой служит замкнутый тороидальный виток вакуумной камеры, заполненный водородом или его тяжелыми изотопами, например, смесью дейтерия с тритием. При пропускании через первичную обмотку переменного тока в камере возникает вихревое электрическое поле, которое ионизует рабочий газ. Наведенный в этом газе, как в проводнике, сильный ток (сотни тысяч ампер) образует плазму и нагревает ее до высоких температур. Сильное магнитное поле самого вторичного тока и продольное поле, созданное специальной катушкой (рис. В, Г), удерживают плазменный шнур, не дают ему рассыпаться и упасть на стенку камеры.

Уже сейчас обсуждаются не только технические, но и экономические и экологические показатели будущих термоядерных электростанций различных типов. Анализ показывает, что в реакторах-токамаках необходимо использовать сверхпроводящие системы. Обращение к сверхпроводимости главным образом связано с тем, что токамак для собственных нужд потребляет очень много электроэнергии. Например, для питания установки «Токамак-10» построена подстанция на 180 тысяч киловатт, этой мощности хватило бы для целого города с населением 50 тысяч человек. Расчеты

показали, что для промышленного реактора-токамака понадобится 2 миллиона киловатт электроэнергии, то есть мощность Куйбышевской ГЭС.

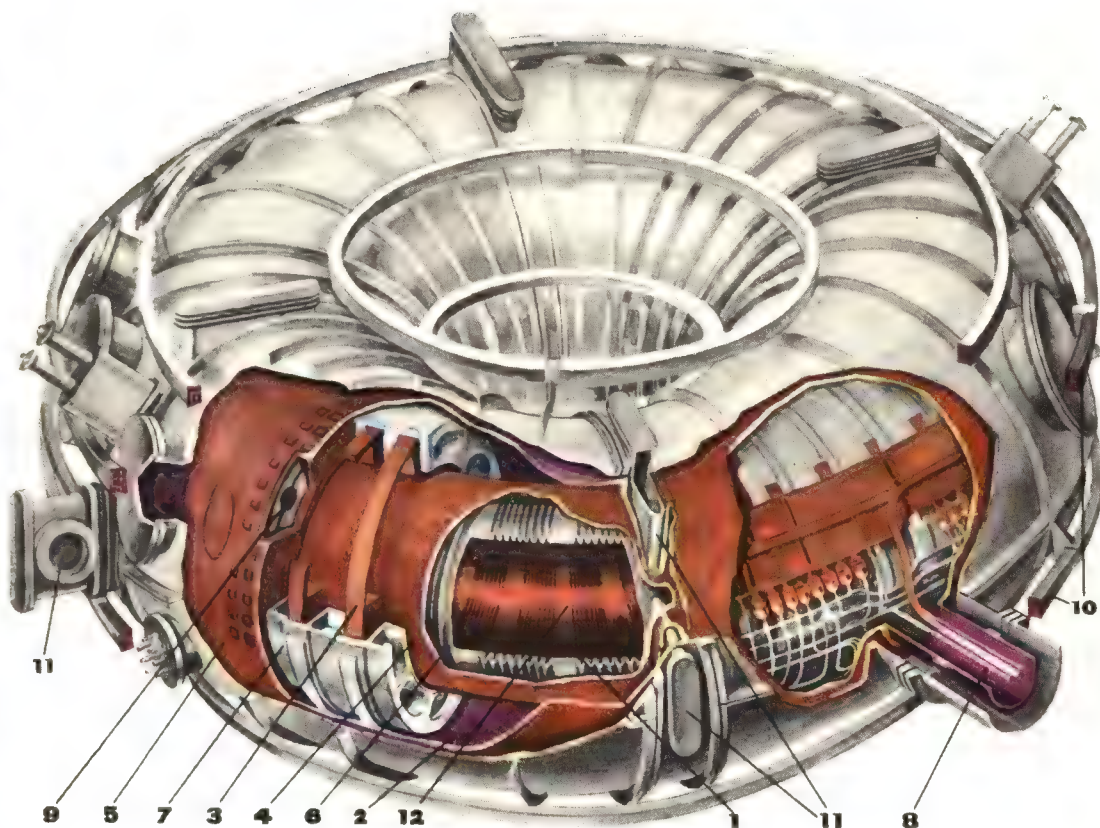
Уменьшить затраты энергии в токамаках можно, в частности, с помощью сверхпроводящих электромагнитов продольного поля камеры. Специалисты Института атомной энергии и Научно-производственного объединения «Криогенмаш» создали первую в мире сверхпроводящую электромагнитную систему для установки «Токамак-7» (рис. А, Д).

В этой системе принят так называемый циркуляционный способ охлаждения токонесущих витков катушки. То, что внешне кажется массивным витком прямоугольного сечения (рис. А, 3), в действительности представляет собой лишь медный кожух. Внутри него проходят токонесущие провода из ниобий-титанового сплава и каналы, по которым циркулирует жидкий гелий. Его температура примерно  $4,5^{\circ}\text{K}$  ( $-268,9^{\circ}\text{C}$ ), и при этой температуре ниобий-титановый сплав переходит в сверхпроводящее состояние. Чтобы снизить потери холода в гелиевом контуре, его помещают в криостат, охлаждаемый жидким азотом.

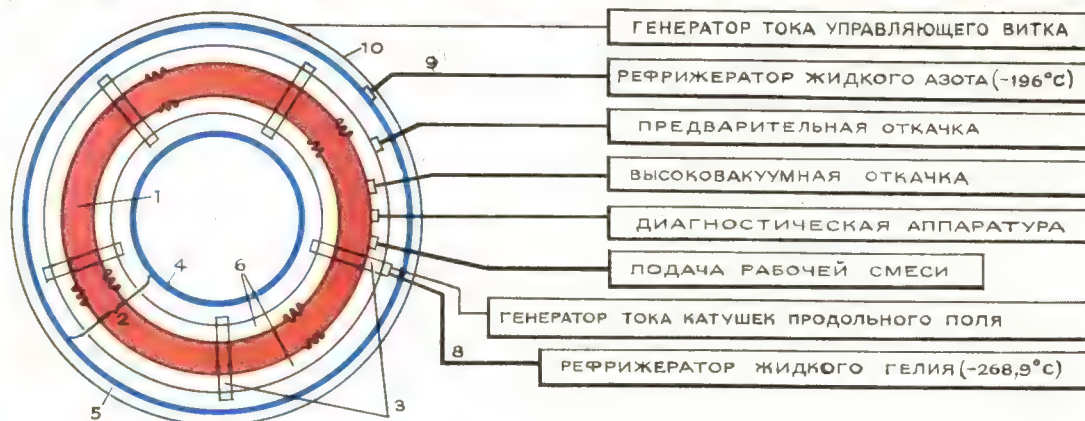
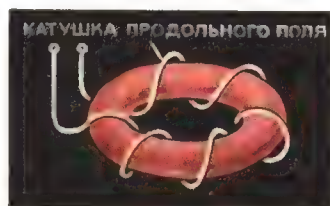
По своим размерам «Токамак-7» близок к установке «Токамак-10» (см. «Наука и жизнь» № 1, 1976 г.). Сейчас на установке «Токамак-7» ведутся плазменные эксперименты и тщательнейшим образом изучается поведение сверхпроводящей системы, на долю которой приходится нелегкая работа. Достаточно вспомнить, что всего в нескольких сантиметрах от сверхпроводящих витков, охлажденных чуть ли не до абсолютного нуля, бушует термоядерное пламя с температурой в миллионы градусов. Кроме того, на сверхпроводящие катушки с током действуют электромагнитные силы в сотни тонн, а давление на центральный сердечник превышает 10 тысяч тонн! Малейшая разбалансировка подобных могучих сил, их отклонение от расчетных значений могут привести к перемещению токонесущих сверхпроводников в катушке и затем к местному перегреву и потере сверхпроводимости. А за этим может последовать разрушение магнитной системы и всей установки. Уже одно это показывает, сколь совершенными должны быть сами сверхпроводящие электромагниты, а также системы их питания, контроля и защиты. И сколь важен для разработчиков будущих термоядерных реакторов опыт создания и эксплуатации установки «Токамак-7».

Накопленный опыт уже позволил советским ученым и конструкторам разработать самую крупную в мире сверхпроводящую систему, в магнитном поле которой будет накапливаться энергия более 600 мегаджоулей. Это в 50 раз (!) больше, чем в «Токамаке-7». Такая магнитная система предназначена для установки следующего поколения «Токамак-15», сооружение которой уже началось в Институте атомной энергии.





Система тороидальной камеры установки «Токамак-7» (вверху) и упрощенная схема соединения некоторых агрегатов этой системы (внизу): 1 — разрядная камера; 2 — криостат; 3 — витки сверхпроводящей катушки продольного магнитного поля; 4 и 5 — внутренняя и внешняя стенки криостата (охлаждаются жидким азотом); 6 — область низкого вакуума; 7 — основание витков сверхпроводящей катушки; 8 — контур жидкого гелия; 9 — контур жидкого азота; 10 — витки с током, управляющие положением плазменного шнура; 11 — диагностические патрубки; 12 — плазменный шнур.



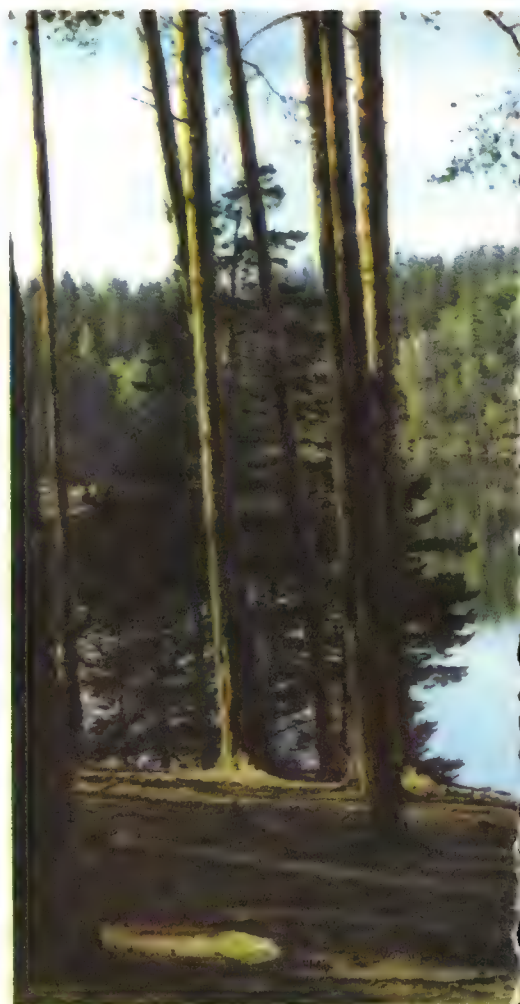


Мемориальный музей «Шалаш» в Разливе.

Мемориальный музей «Сарай» в Разливе.

## ЛЕНИНСКИЕ МЕСТА НА КАРЕЛЬСКОМ ПЕРЕШЕЙКЕ

(см. статью на стр. 12)



Типичный ландшафт Карельского перешейка.



# В н о м е р е:

В. ХАЧИН, канд. физ.-мат. наук — Память металлов . . . . .	2
И. КАРПЕЦ, докт. юрид. наук — Активная жизненная позиция . . . . .	10
Вехи великого пути . . . . .	12
Г. СПИРИН, канд. техн. наук — Незримое движение тепла . . . . .	14
Новые книги . . . . .	19, 39
Научно-популярные фильмы . . . . .	20
Рефераты . . . . .	24, 87
К. ЯЦИМИРСКИЙ, акад. АН УССР — На путях к химической бионике	26
Заметки о советской науке и технике . . . . .	31, 34 44
«Токамак-7» — еще один шаг к реактору . . . . .	32
Н. ЗЫКОВ — Универсальная грелка	33
В. ДИЛЬМАН, докт. мед. наук — Ожирение, атеросклероз и иммунитет . . . . .	35
Ф. ГУРВИЧ, канд. эконо. наук — Как размещают предприятия . . . . .	40
Г. КАТТЕРФЕЛЬД — Меркурий, увиденный по-новому . . . . .	46
Г. ШУЛЬПИН, канд. хим. наук — Молекулы с двумя сферами . . . . .	53
В. МЕДНИКОВ, докт. биол. наук — Аксиомы биологии . . . . .	55
Ю. АЗАРОВ, докт. пед. наук — Встречи с доктором Споном . . . . .	62
В. ИЛИЧ — Столичный извозчик . . . . .	66
А. ЛЮБИНИН — Разные дни такси Флагман втузов Болгарии . . . . .	74
А. КИКНАДЗЕ — Две Иберии . . . . .	76
М. КОРОСТОВЦЕВ, акад. — Судьба книги . . . . .	76
Л. ШУГУРОВ, инж. — Большие легкие . . . . .	80
Н. ГИТОВИЧ — Почему работа осталась незавершенной? . . . . .	82
И. ЮФИТ, канд. мед. наук — Ода пешему ходу . . . . .	84
Г. ГЕЦОВ — Умеете ли вы читать? Хроника . . . . .	89
Гербы городов Тверской губернии . . . . .	92
Л. ГРИНШТАМ — Золотное шитье . . . . .	93
В. ПОПОВ, канд. с.-х. наук — Болезни и раны на ослабленных деревьях . . . . .	94
В. МАНАННИКОВ — Домики — гнездовья для птиц . . . . .	97
Щ. ПЕНЕНЖЕК, акад. АН ПНР — Яблоко в тропиках . . . . .	98
Ю. КОТЛЯРСКИЙ — Мастер БИС-восемнадцать . . . . .	100
Н. ГОНЧАРОВ, канд. мед. наук — Анатомический атлас первой высшей медицинской школы России . . . . .	102
В. ВАСИЛЬЕВА, И. ХАЛИФМАН — Великан у муравейника . . . . .	104
Кунсткамера . . . . .	107
Н. ФАДЕЕВ, канд. техн. наук — Столбы света над фонарями . . . . .	109, 152, 155
Н. ЭЙДЕЛЬМАН — На грани веков . . . . .	110
Психологический практикум . . . . .	112, 143
Ответы и решения . . . . .	118, 159
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации) . . . . .	119, 159

## ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ:

Рассказы очевидцев (124); Н. Александров — Коварные инфузории (124); Ю. Шапошников — Журнал для тяжелоесов (125); Койгородок (125).	
П. ГЭДЛИКО — Дженин . . . . .	126
Г. ДУВИНИН, канд. техн. наук — Еще одна легенда . . . . .	134
Не слишком известные сведения о животных . . . . .	136
А. КНЕРЦЕР — Декоративное выжигание по дереву . . . . .	138
Н. КОВАЛЕВ, канд. техн. наук, Н. КАРЦЕВА, канд. техн. наук — Блины . . . . .	142
Домашнему мастеру. Советы . . . . .	144
В. ТРОИНИН — Возвращение Шустрика . . . . .	145
М. ЮДОВИЧ, международный мастер — Романтика шахматных сражений . . . . .	148
Новые товары . . . . .	151
Для тех, кто вяжет . . . . .	154
Математические досуги . . . . .	156
Год 1979 . . . . .	156
Ответы и решения . . . . .	159
Подмаренник . . . . .	160

## НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр.— Вступившая в строй в Институте атомной энергии имени И. В. Курчатова первая в мире термоядерная установка «Токамак-7» со сверхпроводящей магнитной системой тороидального поля. Фото В. Ободанского (см. статью на стр. 32).

Внизу: фото, присланное в редакцию читателем журнала Ю. Последовым, г. Ессентуки (см. стр. 124).

2-я стр.— Важнейшие пусковые стройки 1980 г. Рис. Э. Смолина.

3-я стр.— Подмаренники. Фото И. Константинова.

4-я стр.— Гербы городов Тверской губернии. Рис. О. Рево (см. статью на стр. 93).

## НА ВКЛАДКАХ:

1-я стр.— Система тороидальной камеры установки «Токамак-7». Рис. М. Аверьянова.

2-3-я стр.— Ленинские места на Карельском перешейке. Фото В. Опалина (см. статью на стр. 12).

4-я стр.— Гибкие электрические нагревательные ленты. Рис. О. Рево.

5-я стр.— Иллюстрации к статье «Золотное шитье». Фото В. Бучкина и И. Константинова.

6-7-я стр.— Геолого-морфологические карты Меркурия, составленные Г. Каттерфельдом (см. статью на стр. 46).

8-я стр.— Болезни ослабленных плодовых деревьев. Фото В. Веселовского и В. Попова.

# НА У К А И Ж И З Н Ь

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

№ 3

М А Р Т  
Издается с сентября 1934 года

1980

# ПАМЯТЬ

У некоторых сплавов сравнительно недавно обнаружено удивительное свойство: помнить свою форму. Сегодня работы по изучению и применению таких сплавов ведутся во многих странах. О сущности явления памяти формы и возможностях его практического использования мы попросили рассказать одного из руководителей этих работ в Сибирском физико-техническом институте (г. Томск), В. Хачина.

Кандидат физико-математических наук В. ХАЧИН.

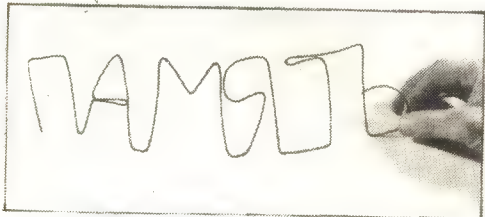
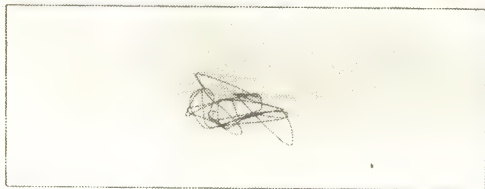
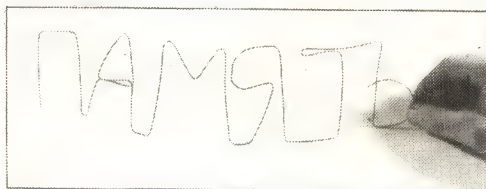
Пружину сжали, а потом отпустили, она тут же вернулась в исходное состояние. То же самое произойдет с изогнутой стальной линейкой, растянутым куском резины... Материал во всех этих случаях восстанавливает свои первоначальные размеры и форму. Это кажется естественным и никого не удивляет. Но так происходит только в пределах упругой деформации. Если же превысить предел упругости материала, наступит пластическая деформация. Теперь, после снятия нагрузки, исходную форму сам он не примет, для этого необ-

ходимо продеформировать материал в противоположном направлении. Таковы были общепринятые, привычные представления.

Сравнительно недавно исследователи обнаружили сплавы, которые и после пластической деформации оказались способными «вспоминать» свою первоначальную форму. Представьте себе, что кусок проволоки из такого сплава изогнут так, что он принял форму слова «ПАМЯТЬ». После этого проволока может быть смята. Но стоит ее слегка нагреть, как она снова самостоятельно «напишет» слово «ПАМЯТЬ». Естественно, такие опыты удивляют и воспринимаются скорее как фокус.

Исследование феноменального свойства металлов показало, что его механизм определяется весьма тонкими процессами, происходящими с кристаллической решеткой, в частности явлением, которое получило название «термоупругое равновесие фаз в твердом теле». Сначала оно было предсказано теоретически действительным членом АН УССР Г. В. Курдюмовым, а затем им и его сотрудником Л. Г. Хандросом установлено экспериментально.

Даже популярное изложение существа проблем, связанных с эффектом памяти формы в сплавах, предполагает наличие некоторого обязательного объема сведений из области металловедения. Именно с них и начнем статью.



На верхнем снимке — проволоке из нитинола придана конфигурация слова «ПАМЯТЬ»; это сделано при температуре (500°C) выше начала мартенситного превращения в сплав; на среднем снимке — слово из проволоки беспорядочно смято (при 20°C); на нижнем снимке — после нагрева (до 100°C) смятая проволока «вспомнила» свою первоначальную форму и сама «написала» слово «ПАМЯТЬ».



# М Е Т А Л Л О В

## МАРТЕНСИТНОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ

Каждый металл и сплав имеет свою кристаллическую решетку, архитектура и размеры которой строго заданы. Но у многих металлов с изменением температуры, давления решетка не остается одной и той же: наступает момент, когда происходит ее перестройка. Такая смена типа кристаллической решетки—полиморфное превращение—может осуществляться двумя способами.

Для наглядности представим себе решетку в виде здания, сложенного из детских кубиков. Как теперь из этих же кубиков (атомов) построить здание другой архитектуры («произвести» полиморфное превращение)? Ответ очевиден: разобрать старое здание и сложить новое. Конечно, теперь каждый кубик может оказаться в любом месте нового здания, в окружении уже других соседей. Это понятно, ведь при перестройке путь любого кубика индивидуален—никак не связан с другими. Именно по такой схеме и происходит перестройка решетки, если подвижность атомов—диффузия—достаточно высока, чтобы обеспечить их перемещение на новые места. Это возможно, когда полиморфное превращение происходит при высокой температуре.

А как произойдет перестройка решетки в тех случаях, когда температура полиморфного превращения низка? С энергетических позиций решетка высокотемпературной модификации обязательно должна перестроиться, но диффузия атомов практически отсутствует, так как энергия их тепловых колебаний недостаточна для отрыва от соседей. Значит, должен существовать другой, бездиффузионный способ?

Действительно, такой способ был обнаружен при изучении одного из древнейших процессов термической обработки стали—закалки. В результате ее образуется фаза с новой кристаллической решеткой—мартенсит; соответственно способ перестройки решетки получил название мартенситного превращения.

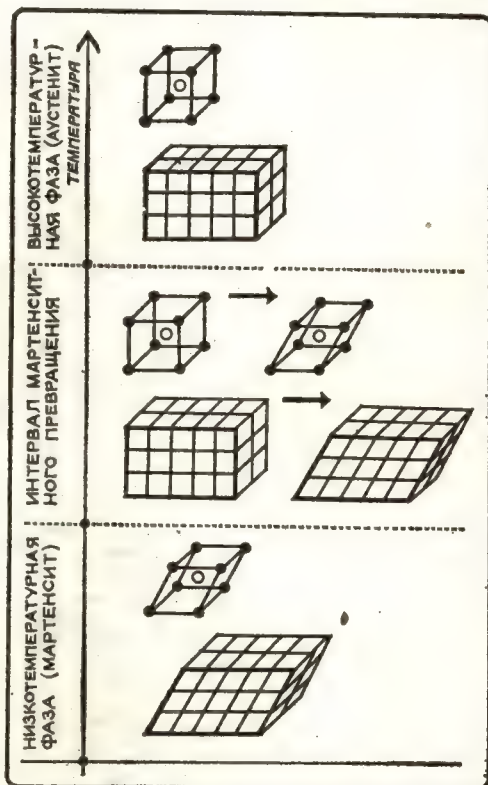
В дальнейшем оказалось, что мартенситное превращение—это вообще один из фундаментальных способов перестройки кристаллической решетки. Он характерен

не только для сталей, но и для чистых металлов, цветных сплавов, полупроводников, полимеров всегда, когда перестройка решетки вынуждена происходить в отсутствие диффузии.

Каковы же особенности перестройки решетки при таком, бездиффузионном способе превращения? Вернемся к нашей модели с кубиками. Теперь старое здание разобрать на кубики не удастся—диффузия отсутствует. Остается одна возможность: не отрывая кубики друг от друга (не разрушая межатомные связи), перемещать их целыми кооперативами, практически одновременно из старых положений в новые. Ясно, что такое коллективное, согласованное перемещение носит характер сдвига (поэтому мартенситное превращение называют иногда сдвиговым).

Кооперативный сдвиг атомов неизбежно приводит к изменению формы объема сплава. Изменение формы—это главная особенность мартенситного превращения.

Схематическое изображение перестройки кристаллической решетки и изменение формы объема материала при мартенситном превращении.



Именно с ней связан эффект памяти сплавов. Но не следует думать, что любой сплав, претерпевающий мартенситное превращение, обладает памятью. Как станет ясно из дальнейшего, изменение формы при таком превращении — это условие необходимое, но еще недостаточное для проявления памяти.

### ТРИ СОБЫТИЯ

В многолетней истории изучения мартенситных превращений можно выделить три ключевых события, которые оказали непосредственное влияние на формирование нового научного направления, занимающегося изучением и применением эффекта памяти формы в сплавах.

**Событие первое.** В 1949 году в журнале «Доклады Академии наук СССР» появилась статья Г. В. Курдюмова и Л. Г. Хандроса «О термоупругом равновесии при мартенситных превращениях». Ее авторы в одном из медных сплавов обнаружили ранее неизвестную особенность мартенситного превращения.

Здесь придется обратиться к считавшейся классической картине мартенситного превращения. Свободная энергия рождающихся кристаллов мартенсита меньше, чем исходной фазы. Именно это стимулирует развитие мартенситного перехода. Однако появляются и силы препятствующие. Прежде всего это повышение свободной энергии из-за возникновения границы раздела старой и новой фаз. Кроме того, растущие кристаллы мартенситной фазы вынуждены деформировать окружающую матрицу, которая, конечно, сопротивляется этому. В результате возникает упругая энергия, которая препятствует дальнейшему росту кристаллов. Накопление упругой энергии подобно пружине, сжимающейся по мере роста кристалла. Когда эта энергия превысит предел упругости, происходит как бы разрушение пружины, что вызывает интенсивную деформацию материала в окрестности границы раздела фаз. Рост кристалла прекращается. Этот процесс может происходить исключительно быстро, подобно взрыву, и тогда отдельные кристаллы мартенсита вырастают практически мгновенно до своих конечных размеров. В сталях мартенситное превращение происходит именно так.

Обратный переход мартенсита в аустенит (так называется высокотемпературная фаза стали, из которой он образовался) уже не может произойти по обратному «взрывному» механизму. Пружина была сломана, границы между фазами нарушены, и теперь обратная бездиффузионная, сдвиговая перестройка решетки затруднена. Нужен значительный перегрев сплава, чтобы в недрах мартенсита начали зарождаться и расти кристаллы аустенита. При этом их исходная форма, как правило, не восстанавливается (атомы не попадают на свои прежние места).

Особенность мартенситного превращения, которую наблюдали в медном сплаве, состояла в том, что при его охлаждении



Модель теплового двигателя (демонстрировалась на Всемирной выставке в Брюсселе в 1958 году). На стойке укреплен стержень из золото-кадмиевого сплава. На конце стержня подвешен груз; под стержнем установлены нагреватель и вентилятор. Когда нагреватель включен, а вентилятор выключен (снимок а), стержень прямой; если теперь нагреватель выключить, а вентилятор включить (б), то стержень постепенно деформируется под действием груза (последовательные положения стержня и груза зафиксировал снимок); если вновь нагреватель включить, а вентилятор выключить, процесс пойдет в обратном направлении: стержень будет выпрямляться, поднимая груз (в).

мартенситные кристаллы росли медленно, а при нагреве постепенно исчезали. Если продолжить аналогию с пружиной, то можно сказать, что в данном случае она успевает остановить рост кристалла прежде, чем сама разрушится. Кристалл мартенсита оказывается как бы подпружиненным, что и обеспечивает динамическое равновесие границы между ним и исходной фазой: при охлаждении граница смещается в одну сторону, при нагреве — в обратную.

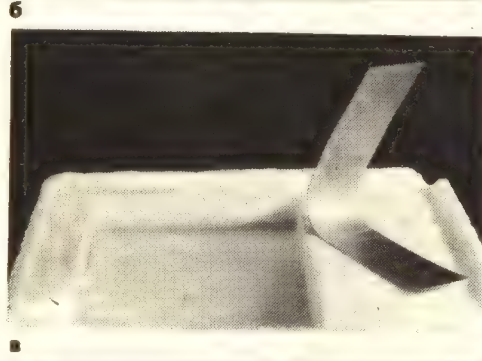
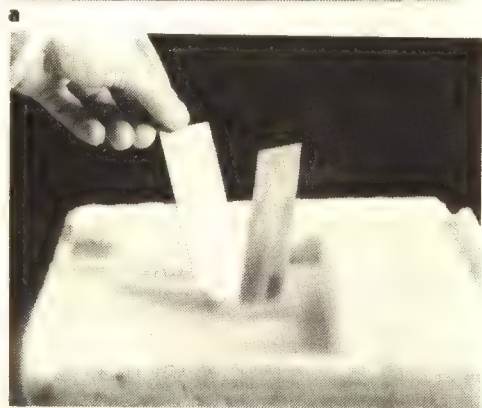
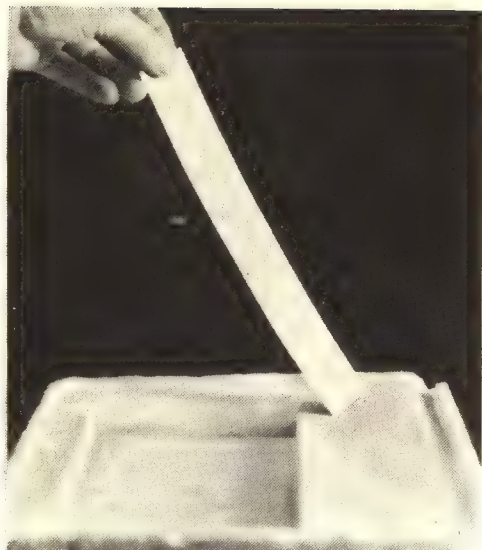
Вскоре авторы обнаружили также, что граница между фазами ведет себя аналогично, если охлаждение и нагрев заменить соответственно приложением и снятием нагрузки.

Новое явление получило название термоупругого равновесия фаз в твердом теле.

Термоупругое мартенситное превращение также сопровождается изменением формы, но в данном случае это изменение носит (что очень существенно) обратимый характер: исходная форма кристаллов аустенита восстанавливается. И, как стало ясно в дальнейшем, именно такое превращение в основном и обеспечивает память металлов.

**Событие второе.** В 1958 году на Всемирной выставке в Брюсселе внимание посетителей привлекало устройство американских ученых Т. Рида и Д. Либермана. Основной его частью был тонкий (диаметром 3 мм) длинный (100 мм) стержень из золото-кадмиевого сплава (66% золота). Одним концом он был жестко закреплен в стойке и находился в горизонтальном положении. На свободный конец стержня подвешивали груз (около 50 г), под тяжестью которого стержень изгибался. Поведение стержня было необычным. Когда от нагревателя к стержню подводили тепло, он выпрямлялся и поднимал груз, но стоило вентилятору охладить стержень, как он снова изгибался и т. д. Это была действующая модель теп-





лового двигателя, у которого твердое рабочее тело из золото-кадмиевого сплава в результате охлаждения и нагрева обратимо меняло форму, что было прямым следствием термоупругого мартенситного превращения.

Так наглядно было продемонстрировано неизвестное ранее у металлов свойство памяти формы.

**Событие третье.** В начале 60-х годов в одной американской лаборатории в результате поисков материала, который был бы прочным, относительно легким и при этом мог бы работать в агрессивных средах, был создан сплав никеля с титаном (1:1).

В процессе обработки этот сплав неожиданно проявил свойство, о существовании которого исследователи даже и не подозревали: предварительно деформированный образец при нагреве вспоминал свою первоначальную форму.

Открытие в «рядовом» сплаве уникального свойства (которому именно тогда и дали название «эффект памяти») восприняли как сенсацию.

Эффект проявлялся настолько сильно, что буквально захватывало дух от перспектив его использования. С другой стороны, случайность сделанного открытия не позволила сразу дать правильное объяснение природы эффекта, и это, естественно, сдерживало его широкое практическое применение.

Новый материал нитинол (образован из слов Никель, Титан и НОЛ — сокращенное название лаборатории, где он был получен) и его замечательное свойство памяти стали объектом интенсивного изучения. Но только через несколько лет стало ясно, что и в данном случае память сплава — следствие мартенситного превращения.

Под влиянием всех трех событий к концу шестидесятых годов сформировалась целая область физических исследований и технических применений эффекта памяти формы в сплавах.

### КОГДА КАЖДЫЙ КРИСТАЛЛ САМ ПО СЕБЕ

Существуют сотни сплавов с мартенситным превращением. Но далеко не все из них способны вспоминать форму. А сплавов, где этот эффект проявляется настолько сильно, что может иметь практическое значение, вообще известно лишь несколько. В чем же дело?

Как уже говорилось, при мартенситном превращении происходит коллективное перемещение атомов в определенном на-

Демонстрация эффекта памяти формы: а — пластина из нитинола (с добавкой железа) при 20°C; б — после охлаждения пластины в жидком азоте (-196°C) она была изогнута; в — температура пластины, вынутой из ванны, постепенно повышается и достигает -130°C — начала обратного мартенситного превращения; г — в процессе этого превращения (от -130°C до -60°C) пластина выпрямилась, вспомнила исходную форму. Такой она остается и при комнатной температуре.

правлении, сопровождающееся самопроизвольной (мартенситной) деформацией материала. Поскольку при таком способе перестройки решетки соседство и межатомные связи подавляющего большинства атомов не нарушаются, то они сохраняют возможность вернуться на свои прежние места, а материал соответственно к исходной форме.

Но это лишь возможность, и для ее реализации нужны особые условия.

Обратная перестройка структуры в общем случае не обязательно должна происходить путем «попятного» движения атомов. Направлений, которые приводят к исходной архитектуре решетки, может быть несколько. Все определяется сложностью кристаллической решетки мартенсита: чем она сложнее, тем меньше этих направлений. Когда решетка мартенсита настолько сложна, что вообще не предоставляет выбора, то остается только один вариант ее обратной перестройки — «попятное» движение атомов на исходные позиции. Только в этом случае мартенситное превращение обеспечивает кристаллу память исходной формы. Именно такое превращение и память у отдельных кристаллов наблюдали в описанном выше событии № 1.

Но память отдельного кристалла — это еще не память всего объема сплава. И вот почему.

Сплав, как правило, имеет поликристаллическое строение, то есть состоит из множества отдельных кристаллитов (зерен), которые отличаются друг от друга ориентацией кристаллических решеток — словно детские кубики, беспорядочно насыпанные в коробку. Поскольку сдвиг атомов при мартенситном превращении происходит в решетке по определенным плоскостям и в определенном направлении, то в силу различной ориентации зерен сдвиги в каждом зерне будут осуществляться в самых разных направлениях. Поэтому после мартенситного превращения, несмотря на значительную деформацию отдельных кристаллов, образец в целом не испытывает заметного изменения формы.

Ясно, что заметное изменение формы всего образца произойдет лишь в том случае, если создать определенный порядок в расположении кристаллов. В идеальном случае — сделать так, чтобы все они были ориентированы в одно направление.

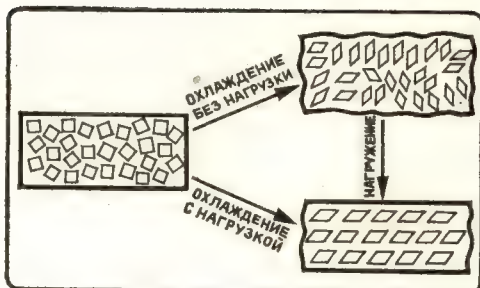
Именно этого удалось добиться исследователям, демонстрировавшим проявление памяти сплава в событиях № 2 и № 3.

## И КОГДА ВСЕ ВМЕСТЕ

Второе событие (как и третье) отличается от первого тем, что превращение в сплаве происходит с участием внешней нагрузки.

Она и есть та управляющая сила, которая при мартенситном превращении организует преимущественную ориентировку кристаллов.

Как это происходит? В момент перехода при охлаждении, когда атомы должны покинуть свои старые места и занять новые, из всех возможных направлений они



Эта схема поясняет управляющее действие нагрузки на процесс мартенситного превращения. Если оно протекает без нагрузки, то в результате кристаллы мартенсита будут расположены в объеме хаотически: эффект изменения формы отдельных кристаллов взаимно гасится, и в целом форма всего объема сплава не меняется. Изменение формы во всем объеме проявится, если приложить нагрузку либо в процессе превращения, либо после его завершения.

выберут только такие, которые совпадают с направлением действия внешней силы. Это естественно, поскольку в противном случае атомам пришлось бы совершать дополнительную работу против внешней нагрузки, что с энергетической точки зрения явно невыгодно. Итак, процесс мартенситного превращения заставляет атомы покинуть свои позиции и отправиться в путь, а внешняя нагрузка задает направление движения.

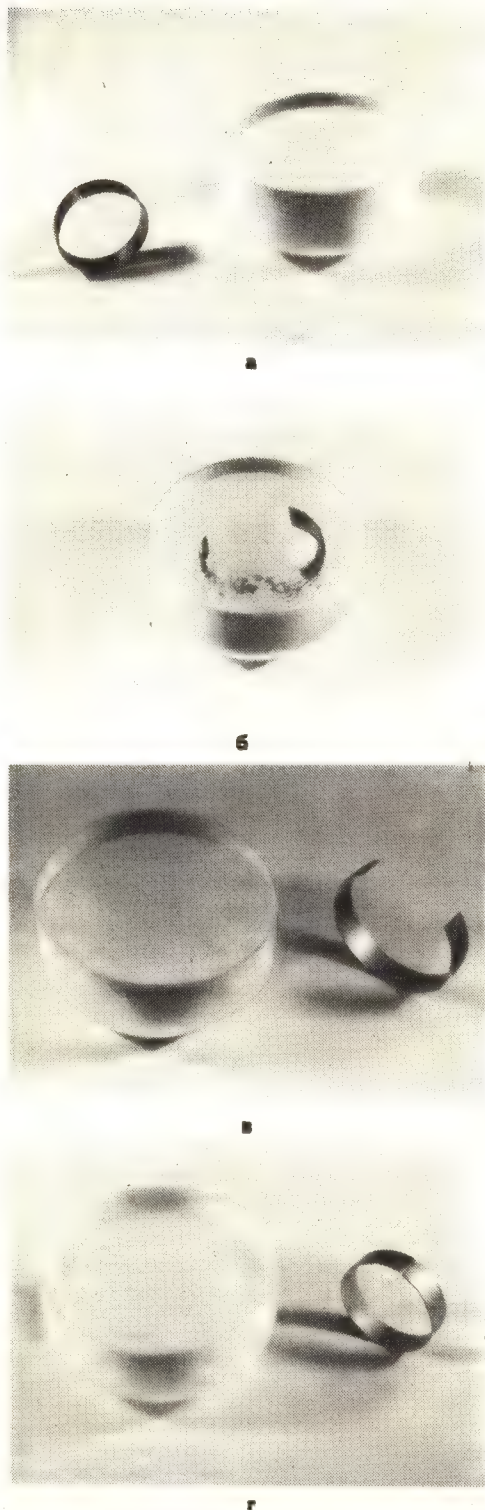
В результате такого организованного движения атомов образец в целом испытывает деформацию в направлении действия внешней силы. Вспомним, как в событии № 2 при охлаждении стержень изгибался в направлении действия груза. При нагреве, когда атомы вынуждены возвращаться на исходные позиции, происходит восстановление первоначальной формы, даже против действия внешней силы (груза), так как других направлений движения у атомов, кроме обратного, просто нет.

Интересно, что внешняя нагрузка может управлять движением атомов не только в процессе самого мартенситного превращения, но и после его завершения, как это было в событии № 3. Она способна в этом случае изменить уже сложившуюся ситуацию с хаотически ориентированными кристаллами мартенсита.

Под действием нагрузки увеличивается число кристаллов с мартенситной деформацией, совпадающей по направлению с приложенным усилием. Процесс развивается до тех пор, пока все кристаллы не выстроятся, и образец в целом не деформируется в направлении действия силы. Подчеркнем еще раз, что это происходит без разрыва межатомных связей и нарушения соседства атомов. Поэтому при нагреве они возвращаются на свои исходные позиции, восстанавливая первоначальную форму всего объема материала.

В данном случае внешняя нагрузка действует на мартенситные кристаллы, подобно магниту на железные опилки, которые





Кольцо из сплава нитинола (с железом), специально «обученное» памяти на две формы: а — при комнатной температуре; б — в ванне с жидким азотом; в — сразу после охлаждения в ванне; г — по достижении комнатной температуры.

выстраиваются в магнитном поле в строго определенном порядке.

Таковы механизмы, благодаря которым реализуется эффект памяти формы, основанный на термоупругом равновесии фаз и управляющем действии нагрузки.

### КОМПЛЕКС СВОЙСТВ

Эффект, описанный в событии № 3, — по существу, память материала на одну, высокотемпературную свою форму. В событии № 2 наличие внешней силы (груза) позволило добиться памяти на две геометрические формы: низкотемпературную форму сплав принимал при охлаждении, высокотемпературную — при нагреве.

Оказывается, можно «обучить» сплав запоминать две формы и без всякого постоянно действующего источника внешней силы. Идея такого способа предложена советскими учеными и признана изобретением (авторское свидетельство № 501113). Сущность его состоит в специальной термомеханической обработке сплава, создающей внутри материала микронапряжения, действие которых на атомы при мартенситных переходах аналогично действию внешней нагрузки. В результате сплав при охлаждении самопроизвольно принимает одну форму, при нагреве возвращается к исходной и т. д. Например, можно «обучить» пластину сворачиваться в кольцо при охлаждении, а при нагреве разворачиваться, или наоборот.

Часто у материалов с памятью формы наблюдается другое необычное свойство — сверхэластичность (резиноподобное поведение). Этот эффект проявляется в том случае, если мартенситное превращение вызывается не охлаждением, а приложением внешней нагрузки. Тогда превращение и «наведение порядка» в расположении кристаллов происходят одновременно. В результате наблюдается значительная деформация сплава, которая исчезает при разгрузке. При этом величина обратной деформации раз в десять выше, чем у лучших пружинных материалов. Использование таких сплавов открывает новые возможности создания высокоэффективных пружинных амортизаторов, аккумуляторов механической энергии и т. д.

Еще одна особенность сплавов с памятью: высокая циклическая прочность, то есть способность выдерживать большие знакопеременные нагрузки без разрушения. Особенно эффективно использование таких материалов при значительных деформациях. В этом случае «долговечность» изделий из сплавов с памятью может быть в тысячи раз больше, чем изделий из традиционных материалов. Вспомним, например, как быстро разрушается любая проволока, когда подвергается гибу-перегибу в одном месте. Сплавы с памятью в принципе могут выдержать любое число таких циклов.

Циклическая стойкость обеспечивается все тем же особым механизмом мартенситного превращения, которое не сопровождается нарушением соседства атомов и разрушением межатомных связей, а следовательно, не происходит и накопле-

ния дефектов структуры, которые в конечном счете приводят к образованию трещин и разрушению обычных сплавов.

Наконец, еще об одном свойстве сплавов с памятью. Оказалось, что им присуща высокая способность рассеивать механическую энергию. Это связано с тем, что при мартенситных превращениях перестройка кристаллической решетки сопровождается выделением или поглощением тепла. Поэтому если внешняя нагрузка вызывает мартенситное превращение, то происходит интенсивный переход механической энергии в тепло. Кстати, при эффектах памяти наблюдается обратный процесс: превращение тепла в работу.

## ПРОФЕССИИ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ

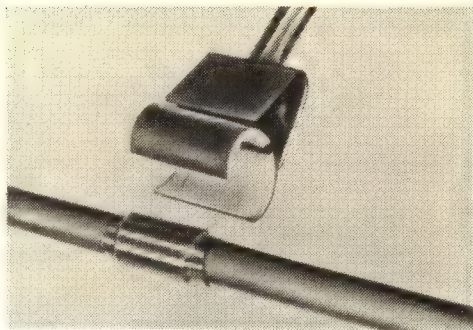
Среди всех известных материалов с памятью формы наиболее перспективен для техники нитинол. Именно его чаще всего используют в приборах и устройствах разного назначения. Этому способствует не только отличная его память, но и целый комплекс других полезных свойств: высокая коррозионная стойкость, значительная прочность, технологичность.

Сегодня уже четко обозначились области, где применение сплавов с памятью наиболее перспективно. Прежде всего это энергетика. С их помощью пытаются создать тепловые двигатели, использующие низкотемпературные источники тепла. В 1977 году в Киеве на международной конференции по мартенситным превращениям демонстрировался фильм о таких устройствах. Схема теплового двигателя предельно проста (напомним, что прототипом его было устройство, описанное в событии № 2). Рабочие элементы, выполненные из нитинола и насаженные по окружности колеса, попадая в холодную воду, принудительно деформируются, — например, плоские пластины изгибаются в полуокружности. Затем в горячей воде пластины выпрямляются и при этом совершают работу. Часть ее идет на деформацию рабочих элементов, находящихся в это время в холодной воде, а другая часть на привод колеса, которое, в свою очередь, вращает электрогенератор.

Пока существуют лишь модели таких двигателей. Но даже они показывают высокую эффективность превращения тепла в работу с помощью сплавов с памятью. При этом надо еще раз подчеркнуть, что для работы тепловых двигателей используется тепло, которое пока другими способами превратить в работу сложно и дорого, а часто и вообще невозможно. Такое тепло, как правило, сегодня «пропадает» (солнечная энергия, геотермальные источники и тепловые отходы электростанций и др.).

Естественно, что материалы с памятью формы эффективны и для обратного процесса: «перекачки» тепла, то есть в качестве рабочего тела для холодильников или тепловых насосов.

Другое применение сплавов с памятью — герметизация и соединение различных деталей. В частности, применяют втул-



Два трубопровода, соединенных втулкой из нитинола, и монтажное приспособление (с его помощью втулку помещают в жидкий азот и переносят к месту работы).

ки из нитинола для соединения трубопроводов. Из сплава делают втулку, внутренний диаметр которой чуть меньше наружного диаметра трубопровода, охлаждают ее и раздают по диаметру так, чтобы свободно надеть на концы трубопровода. Затем втулку нагревают, и она восстанавливает (вспоминает) свой первоначальный размер, плотно обжимает трубопровод и тем самым осуществляет герметичное соединение. О высокой надежности такого соединения свидетельствует, например, следующий факт. Более 100 тысяч втулок из нитинола было установлено на истребителях F-14 (США) — и ни единого случая разрушения соединений или поломки при эксплуатации.

С помощью нитинола герметизируют также корпус радиотехнических приборов без применения сварки или пайки. Здесь плоскую крышку предварительно деформируют в полусферу и свободно устанавливают в корпусе прибора. При нагреве крышка возвращается к исходной плоской форме, при этом врезается в пазы корпуса, надежно изолируя прибор от внешней среды.

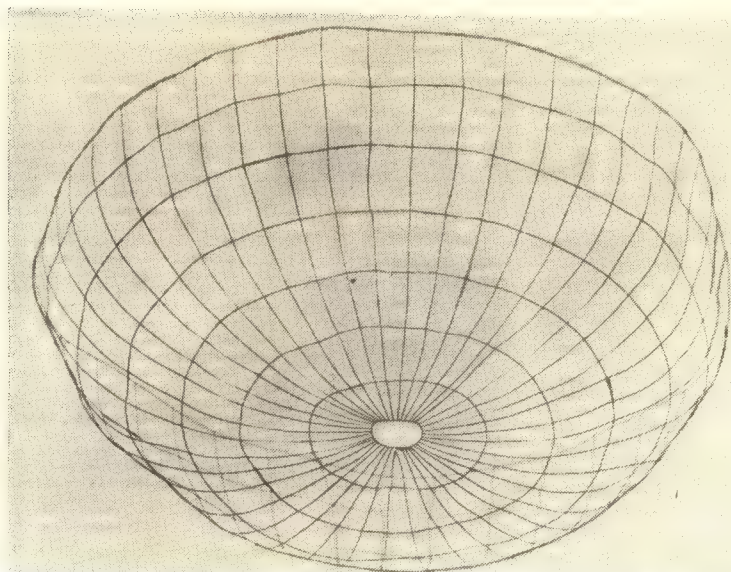
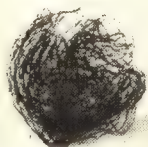
Сплавы с памятью находят применение и в качестве рабочих элементов различных термочувствительных, сигнальных и исполнительных устройств и механизмов.

Большой интерес для космической техники представляют саморазвертывающиеся устройства, например, антенны, сделанные из нитинола. Изделие, имеющее большие размеры, свертывают (деформируют) и в таком компактном виде транспортируют к месту назначения, где после нагрева оно восстанавливает свою форму.

Нитинол находит применение и в медицине. За рубежом, например, разрабатываются методы лечения сколиоза (деформации позвоночника) с помощью стержня из нитинола.

Оригинальные работы ведутся Сибирским физико-техническим институтом совместно с Читинским и Томским медицинскими институтами, Курганским научно-исследовательским институтом экспериментальной и клинической ортопедии и травматологии. Разработан ряд новых хи-





рургических приспособлений для соединения и сращивания отломков костей, протезирования и пломбирования зубов. Исследуются также возможности применения нитинола для создания новых медицинских инструментов.

Этими примерами, конечно, не исчерпываются все области использования сплавов с памятью. Послужной список их профессий, несомненно, шире, и он непрерывно растет.

### ЗАГЛЯДЫВАЯ В БУДУЩЕЕ

Вызывать у сплава мартенситный переход и соответственно управлять обратимым изменением формы можно не только с помощью нагрева и охлаждения или нагрузки. Такую роль может играть электрическое или магнитное поле. Следовательно, в принципе возможно создание, например, сплавов с магнитоупругим мартенситным превращением. В таких материалах магнитное поле либо самостоятельно, либо в совокупности с температурой (или нагрузкой) должно стимулировать мартенситный переход и тем самым приводить к обратимому изменению формы, то есть к памяти формы.

Вообще-то сплавы, где магнитным полем можно вызвать мартенситный переход, известны. Однако мартенсит в них, как правило, не упругий, а следовательно, и без памяти. А в сплавах, где наблюдаются термоупругие переходы, они практически не чувствительны к изменению напряженности магнитного поля. Но несомненно, что материалы с магнитомеханической памятью должны существовать.

Остановимся еще на одном интересном направлении, которое связано с изучением сплавов с памятью.

Смена типа кристаллической решетки при мартенситном превращении, кроме обратимого изменения формы, должна, конечно, вызывать и изменения всех других

Экспериментальная антенна из нитинола для космического корабля была смята при комнатной температуре в плотный комочек проволоки диаметром менее 5 см. При повышении температуры до 77°C она постепенно развернулась в полушарие диаметром около 25 см.

свойств, которые определяются строением решетки. Очевидно, что наряду с необычным механическим поведением сплавы с памятью должны отличаться и особым комплексом обратимо меняющихся физических свойств. Для управления ими достаточно незначительно изменить температуру или приложить небольшую внешнюю нагрузку. Ситуация уникальная. Теоретически все именно так. А практическая задача состоит в том, чтобы найти сплавы, где нужные свойства будут существенно меняться. Первые успехи в этом направлении уже есть. Так, экспериментально наблюдали, что при нагружении нитинола выше некоторой величины электрическое сопротивление его скачком увеличивается на десятки процентов. Не исключено, что найдутся сплавы, у которых мартенситное превращение будет сопровождаться качественным изменением свойств: проводник превратится в полупроводник, парамагнетик — в ферромагнетик и т. п. И все это, повторяем, при незначительном изменении внешних условий. Трудно даже представить, какие это открывает возможности для создания новых процессов, приборов.

Беседу записал С. КИПНИС.

### ЛИТЕРАТУРА

Эффект памяти формы в сплавах. (Сборник статей). Перевод с англ. М., «Металлургия». 1979 г.

Новиков И. И. Теория термической обработки металлов. М., «Металлургия». 1978 г.

# АКТИВНАЯ ЖИЗНЕННАЯ ПОЗИЦИЯ

Инициативное, творческое участие в труде и общественной жизни страны — главный показатель идейной зрелости людей. Надо воспитывать в каждом чувство личной причастности к государственным делам, кровную заинтересованность в успехах общего дела.

Доктор юридических наук И. КАРПЕЦ.

«...У нас есть «чудесное средство» сразу, одним ударом удесятерить наш государственный аппарат,— писал В. И. Ленин,— средство, которым ни одно капиталистическое государство не располагало и располагать не может. Это чудесное дело — привлечение трудящихся... к повседневной работе управления государством» (ПСС, т. 34, стр. 313).

Призывая трудящихся к участию в управлении делами государства, Владимир Ильич обращался практически к каждому человеку: «Веди аккуратно и добросовестно счет денег, хозяйничай экономно, не лодырничай, не воруй, соблюдай строжайшую дисциплину в труде,— именно такие лозунги... становятся теперь... очередными и главными лозунгами момента» (ПСС, т. 36, стр. 174).

И хотя В. И. Ленин говорил это в связи с конкретным периодом развития Советского государства, мысль, заложенная в его высказывании, остается по существу программой и руководством к действию в любой период и в любой обстановке, ибо именно такие черты и образ поведения должны быть неотъемлемыми чертами нового человека, содержанием его психологии и формирующихся привычек, навыков и правил поведения.

Подобные требования, будучи по своему своему существу нормами коммунистической морали, получают свое выражение и в советском законодательстве. В Конституции СССР, например, они нашли наиболее яркое выражение в статьях, где говорится об обязанностях советских граждан, и в ряде других положений Основного Закона.

Советские законы не просто нормы, что-то запрещающие или разрешающие, устанавливающие или отменяющие, берущие что-то под специфическую защиту, но прежде всего это нормы созидательные: они несут в себе огромный нравственный заряд, воспитывают и внедряют новые взгляды, и новую психологию, и новые формы поведения.

В одной из своих программных работ, «Как организовать соревнование?», В. И. Ленин сформулировал основные направления организации контроля со стороны народа — контроль должен быть «повсемест-

ным, всеобщим, универсальным» — за производством и распределением.

И эти ленинские идеи последовательно претворялись в жизнь нашей партией. В настоящее время созидательная роль народного контроля получила свое выражение в Законе о народном контроле, принятом на ноябрьской 1979 года сессии Верховного Совета СССР. В нем в обобщенной форме сконцентрирован весь тот опыт, который накоплен в нашей стране в области контроля со стороны народа.

Важнейшее значение для нормального функционирования государственного механизма имеет и государственный контроль. Особая роль здесь принадлежит советской Прокуратуре. В. И. Ленин лично разработал проект создания советской Прокуратуры. Он писал: «Прокурор имеет право и обязан делать только одно: следить за установлением действительно единообразного понимания законности во всей республике, несмотря ни на какие местные различия и вопреки каким бы то ни было местным влияниям» (ПСС, т. 45, стр. 198.) И, несмотря на сопротивление Каменева, Рыкова, Зиновьева, утверждавших, что в нашей стране нет не только единой законности, но что ее и невозможно установить, а посему якобы и не нужна прокуратура, ленинская позиция победила. Вся последующая жизнь полностью опровергла измышления тех, кто мешал партии в установлении законности в стране. Ныне в Конституции СССР закреплено положение о главенствующей роли Прокуратуры в надзоре за исполнением законов всеми учреждениями, организациями и гражданами. А в Законе о Прокуратуре, принятом в ноябре 1979 года, подтвержден ленинский принцип демократического централизма в организационной структуре советской Прокуратуры.

Подлинная демократия есть в то же время и демократия законности, без нее невозможна охрана жизненно важных интересов общества и всех его граждан. Мы не можем мириться с такими явлениями, как стяжательство и взяточничество, бесхозяйственность и расточительство, пьянство и хулиганство, нарушение трудовой дисциплины и общественного порядка. В борьбе с этими чуждыми социализму явлениями надо в полной мере использовать и убеждение словом и неотвратимую силу закона.



важной области—индустриальный, поточный метод выпуска панельных домов из деревянных деталей, широкое применение прогрессивных строительных материалов, в том числе клееных конструкций, больших конструктивных панелей, специальных пластиков.

Для разных климатических зон сейчас разработаны и выпускаются дома деревянно-панельные, арболитовые и типа «БК» — из объемных блок-контейнеров. Все такие дома рассчитаны на одну семью, имеют кухни, туалетные и ванные комнаты, тамбуры, прихожие, холодные кладовые, встроенные шкафы. Различаются лишь количеством жилых комнат: их бывает две, три и четыре.

Дома оборудованы отопительной системой, которая может подключаться к поселковой сети или действовать от автономного котла.

На снимке поселок из типовых домов деревянно-панельной конструкции, которые демонстрировались на международной выставке «Лесдревмаш-79» в Москве.

### СМАЗКА ДЛЯ АБРАЗИВА

Надежность и долговечность деталей машин, как правило, зависят от качества обработки поверхностей этих деталей.

Сейчас в авиастроении, в подшипниковой промышленности и некоторых других отраслях широко применяются титановые сплавы и особые жаропрочные стали, обработка которых на финишных операциях связана с большими трудностями: при шлифовании, например, а оно возможно лишь абразивным инструментом, в зоне контакта инструмента с деталью развиваются высокие температуры из-за низкой теплопроводности жаропрочных сплавов. Высокие температуры вызывают прижоги на шлифуемой поверхности, выводят из строя инструмент.

Группа сотрудников Куйбышевского политехнического института имени В. В.



Куйбышева нашла весьма эффективный способ понижения температуры в зоне обработки детали: за счет химического взаимодействия обрабатываемого материала и йодистого калия, который вводится в состав абразивного круга, образуются йодиды, обладающие хорошими смазочными свойствами.

Шлифовальные круги на керамической или бакелитовой связке пропитываются в водном растворе йодистого калия, который в отличие от других препаратов неядовит, хорошо растворяется в воде и впитывается в поры абразивного инструмента.

Практика показала, что шлифование кругами, пропитанными йодистым калием, позволяет получать детали, срок службы которых повышается в два раза.

### ПОДШИПНИКИ ДЛЯ ВЫСОКИХ СКОРОСТЕЙ

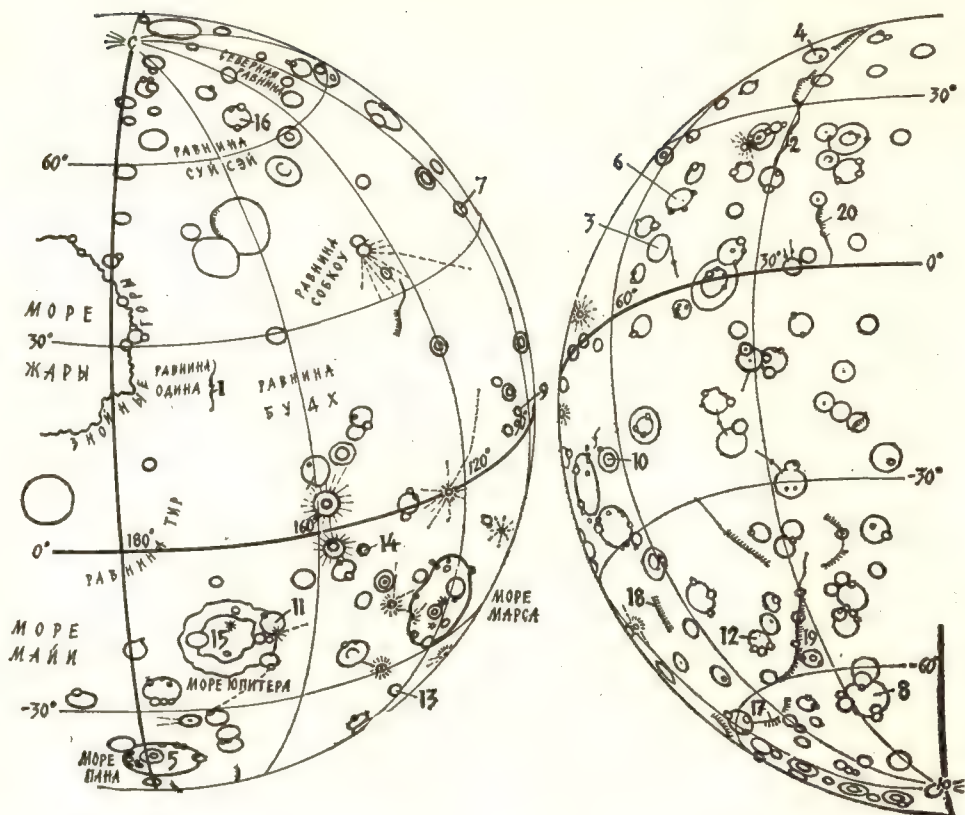
В Куйбышевском филиале Всесоюзного научно-исследовательского конструкторско-технологического института подшипниковой промышленности изобретены шариковые подшипники для шпинделей, скорость вращения которых достигает 120 тысяч оборотов в ми-

нуту. Изобретатели — научные сотрудники В. Кустов и Е. Леонов нашли оптимальное отношение длины дуги желоба кольца между двумя смежными шариками к его диаметру. Тела качения — шарики — заключены в текстолитовый сепаратор.

### ТОНКИЙ ФИЛЬТР ИЗ МЕТАЛЛА

В результате совместной работы ученых Горьковского политехнического института имени А. А. Жданова и специалистов Выксунского ордена Ленина металлургического завода изобретен металлический пористый фильтровальный материал для тонкой фильтрации жидких и газообразных веществ от механических примесей размером менее 5 мкм.

Этот фильтровальный материал может работать, не изменяя своих качеств, в широком диапазоне температур: от  $-60^{\circ}$  до  $+250^{\circ}$  Цельсия. Фильтрующие элементы можно делать в виде ленты, плоских или выгнутых дисков, в виде цилиндров с гладкой боковой поверхностью. Регенерация фильтров проводится с помощью ультразвуковой промывки.



# МЕРКУРИЙ, УВИДЕННЫЙ ПО-НОВОМУ

Всего пять-шесть лет назад о поверхности Меркурия астрономы знали крайне мало, а о его геологическом строении практически ничего не было известно. Телескопические наблюдения с Земли в лучшем случае давали возможность различить объекты диаметром более 300 км и свидетельствовали о неоднородности строения поверхности.

В результате исследований последних лет, и в частности снимков, сделанных космическим зондом (при минимальных расстояниях фотографирования 5 500, 47 981 и 327 километров), было получено множество телевизионных изображений полушария, лежащего между долготами 10 и 190°. Эти снимки дали возможность составить глобальную геолого-морфологическую карту Меркурия и сделать выводы об основных закономерностях строения и истории развития поверхности этой планеты.

Председатель Международной комиссии по геологическому исследованию планет  
Г. КАТТЕРФЕЛЬД [г. Ленинград].

## МЕРКУРИЙ ИЗДАЛИ

О том, насколько трудны наблюдения ближайшей к Солнцу и утопающей в его лучах планеты Меркурий, лучше всего говорит старое изречение: «Счастливы астро-

ном, который хоть раз в жизни видел Меркурий!» Конечно, нельзя понимать это буквально. За последние сто лет в результате длительных наблюдений Меркурия в земные телескопы (наблюдения вели Дж. Скиапарелли, П. Луэлла, Бидо де л'Иль, Р. Жарри-Делож, Люсьен Рюдо, Е. М. Антониади, Генри Мак-Юэн, О. Дольфус, Г. Вегнер и другие крупнейшие астрономы мира) было сделано много ри-

● НАУКА. ВЕСТИ  
С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ



Горные хребты: 1 — Скинапареяли,  
2 — Антониади.

Горные цирки и кратеры: 3 — Чайковский; 4 — Державин; 5 — Достоевский; 6 — Лермонтов; 7 — Мусоргский; 8 — Пушкин; 9 — Райнис; 10 — Репин; 11 — Рублев; 12 — Шевченко; 13 — Суриков; 14 — Феофан Грек; 15 — Толстой; 16 — Тургенев.

**Уступы:** 17 — Адвенчур; 18 — Астролябия; 19 — Дискавери; 20 — Санта Марія.

Одна из первых карт Меркурия была составлена в 1889 году итальянским астрономом Дж. Скиапарелли. Наиболее заметные темные пятна он обозначил на карте латинскими буквами.

В 1934 году Е. М. Антониади — французский астроном, грек по происхождению, опубликовал более полную карту Меркурия. Он составил ее по телескопическим наблюдениям Меркурия, которые вел с 1924 по 1934 год с помощью 83-сантиметрового рефрактора в Медонской обсерватории (близ Парижа). По богатству подробностей с ней могла соперничать только карта Мак-Юэна, изданная спустя два года.

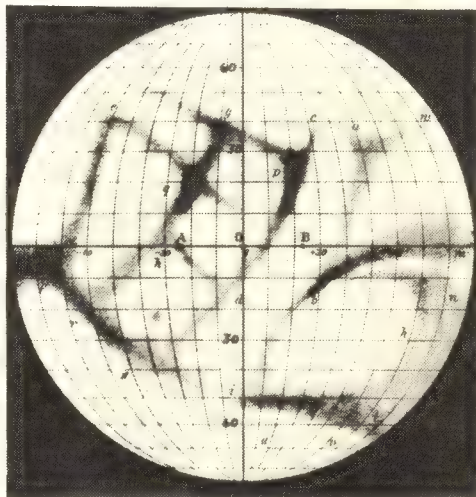
На карте Антониади впервые появились собственные названия. Темным пятнам и светлым областям на поверхности Меркурия Антониади присвоил названия, заимствованные из греко-египетской мифологии. Для темных пятен он предложил термин «пустыня» (по-латыни «солитудо»). Этот термин, однако, не прижился, так как он не отражает характера различия между темными и светлыми областями. И те и другие области с одинаковым правом могут быть названы пустынями. Темные пятна — это пониженные пространства, сложенные их породы более плотны. Поэтому с точки зрения геологии Меркурия — гермесологии — правильнее было бы называть их не пустынями, а морями, по аналогии с впадинами Луны и Земли.

В течение многих лет астрономы считали, что Меркурий постоянно повернут к Солнцу одной и той же стороной (как Луна к Земле), то есть периоды его осевого вращения и орбитального обращения совпадают. Так думали потому, что при сближении с Землей Меркурий всегда повернут к ней одной и той же стороной. Когда в 1965 году американские астрономы Дж. Петтенгилл и Р. Б. Дэйс провели серию точных радиолокационных измерений, они выяснили, что период вращения Меркурия вокруг своей оси равен не 88 суткам, как считали ранее, а составляет

всего 58,65 суток (относительно звезд), что равно  $\frac{2}{3}$  периода его орбитального обращения вокруг Солнца. Для планетологов это открытие было сенсацией. Пришлось пересмотреть всю гермесологию (географию Меркурия), так как оказалось, что все выявленные детали поверхности Меркурия «лепили» на одно полушарие, на то, которое, как считали, постоянно обращено к Земле.

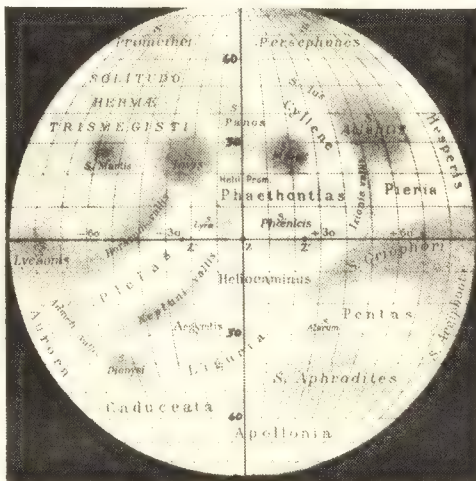
Чтобы составить новую карту, потребовалось зарегистрированные ранее объекты «растащить» по долготе с учетом нового, истинного периода вращения Меркурия.

Такую работу проделали американские астрономы Ч. Р. Чепмэн и Д. П. Крукшэнк.

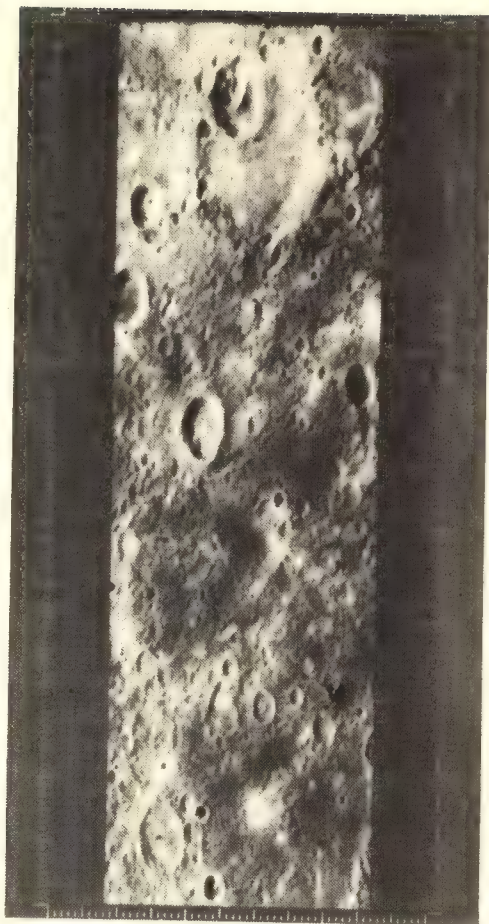


Карта Меркурия по наблюдениям Дж. Скиапарелли (1889 год). Север внизу.

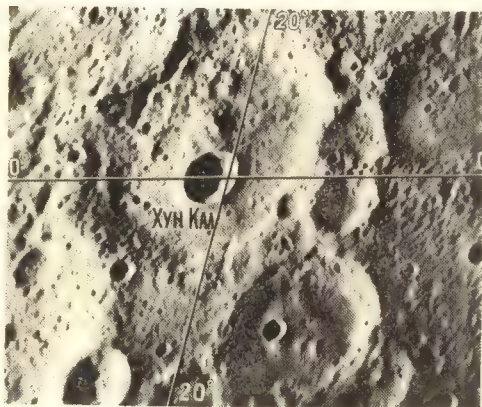
Карта Меркурия по наблюдениям Е. Антониади (1934 год). Север внизу.







В верхней части фотографии видны три разновеликих и разновозрастных кратера, наложенных один на другой в порядке убывания их размеров и возраста. Диаметр меньшего и самого молодого из них — около 15 километров. Еще более молодые кратеры (два из них хорошо заметны внизу, и в правой части фото) окружены венцами светлых выбросов, их диаметры — около одного километра. Изображение получено с расстояния 67 тысяч километров.



На их карте, которая появилась в 1967 году, видны округлые темные пятна, подобные лунным морям, и темные линейные образования большой протяженности, похожие на марсианские «каналы».

Годом позже появилась еще одна карта поверхности Меркурия, составленная французскими астрономами по фотографическим наблюдениям и по визуальным наблюдениям, выполненным в 1942—1966 годах на высокогорной обсерватории Пик дю Миди в Верхних Пиренеях.

Эти две карты вышли без каких-либо названий. Поэтому дальнейшим шагом в истории картирования планеты были сравнение и идентификация поверхностных образований на Меркурии, показанных на этих новых картах, с теми, которые отмечены и названы на карте Антониади.

Остановимся на характеристике и истории открытия некоторых из наиболее крупных образований на поверхности Меркурия.

**Море Юпитера** — самое темное и наиболее резко очерченное из всех темных пятен на Меркурии. Южная граница проходит по  $30^\circ$  южной широты. По площади его можно сравнить с земными Черным, Азовским и Аральским морями, вместе взятыми. Открыто Дж. Скиапарелли и отмечено на его карте буквой *q*.

**Море Марса** — имеет отчетливые очертания, южная граница проходит вдоль  $30^\circ$  южной широты. По площади сравнимо с Белым морем на Земле. На карте Скиапарелли обозначено буквой *e*.

**Море Пана** — располагается к югу от Моря Юпитера. Впервые замечено Антониади в 1927 году. На карте Камишеля — Дольфуса имеет отчетливо круглую форму.

**Лигурия** — светлая область в северном полушарии Меркурия. Античное имя Лигурия ей дал Антониади в память о великом итальянском астрономе Джованни Скиапарелли, который родился на севере Италии, в Лигурии.

**Плеяда** — яркая светлая полоса к востоку от Лигурии, идущая на Севере вдоль меридиана, а потом почти вдоль экватора.

**Солнечный камин** — область, расположенная близ центра «подсолнечного» полушария Меркурия.

**Солнечный мыс** — выдается к югу между Морями Юпитера и Майи, расположен на начальном меридиане планеты.

На картах, о которых здесь идет речь, зафиксированы лишь образования размером не менее 150 км в поперечнике.

Этот снимок поверхности Меркурия сделан с расстояния 20,7 тысячи километров, размер сфотографированной области  $130 \times 170$  километров. Молодой кратер почти в центре снимка, расположенный на дне более древнего цирка, имеет диаметр около 12 километров. Маленький кратерочек приблизительно 1,5 километра в диаметре (к ЮЮВ от него) получил название Хун Кал (что на языке древних майя означает «двадцать»), так как через центр этого кратера на широте около  $0,4^\circ$  ю. ш. проходит  $20^\circ$  меридиан. Хун Кал в определении долгот на Меркурии играет такую же роль, как на Земле Гринвич.



Уступ Санта Мария (этот и все другие уступы на поверхности Меркурия получили свои названия в честь прославленных научно-исследовательских кораблей) пересекает равнины и древние кратеры. На фото участка размером 180×270 километров показана лишь центральная часть уступа.

Породы поверхности Меркурия, по мнению Антониади, высказанному еще в 1933 году, имеют вулканическое происхождение. Автор данной статьи 12 лет назад выступил с предположением, что морские области Меркурия, по аналогии с Луной, должны представлять собой малократерные равнины или бассейны, заполненные темноцветными базальтовыми лавами, а более возвышенные области должны быть покрыты множеством кратеров и цирков различных типов и размеров. В 1974 году, когда впервые были получены снимки Меркурия с близкого расстояния, эти прогнозы подтвердились.

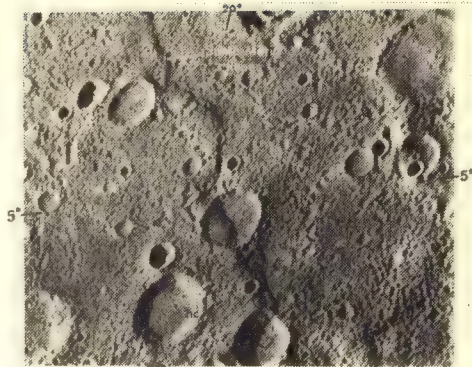
### МЕРКУРИЙ ВБЛИЗИ

Интересные новые данные о лике Меркурия были получены с помощью американского космического зонда «Маринер-10», который трижды пролетал вблизи Меркурия — в марте и сентябре 1974 и в марте 1975 года — и сфотографировал более половины поверхности планеты.

При первом приближении к Меркурию «Маринер-10» начал фотографировать с расстояния 5,7 миллиона километров. Обидно, что в то время, когда аппарат пролетал на минимальном расстоянии от поверхности планеты (703 километра), он находился над ночной стороной Меркурия, и поэтому производилась только инфракрасная съемка. Самое близкое расстояние, с какого удалось фотографировать в этот раз планету, — 5500 километров. Всего было сделано более двух тысяч фотографий, из них 800 очень четких. Снимки, полученные короткофокусным объективом, имеют максимальное разрешение до 1,5 километра (то есть на них можно рассмотреть объекты такого размера), а с помощью телеобъектива — 120 метров. Было заснято почти все освещенное полушарие планеты между долготами 10 и 190°.

Для передачи на Землю каждое изображение разбивают на сотни тысяч отдельных точек, элементов, которым в соответствии с их отражательной способностью приписывают условное числовое значение, например, от 0 (черный) до 255 (самый светлый). На Земле полученная информация обрабатывается с помощью ЭВМ и превращается в фотографию с усиленной контрастностью деталей.

Когда «Маринер-10» во второй раз приблизился к Меркурию, Солнце освещало то же полушарие, что и при первом приближении. Но точка наибольшего приближения находилась на освещенной стороне Меркурия. Так что в этот раз смогли сфотографировать те районы поверхности (в част-



ности, смежные с Южным полюсом), которые раньше сфотографировать не удалось.

Во время третьего приближения «Маринер-10» пролетел над северным полушарием на минимальном расстоянии от поверхности около 327 километров. Точка наибольшего приближения находилась вблизи 70° северной широты на неосвещенной стороне планеты. Было получено и передано на Землю 300 телевизионных изображений с максимальным разрешением около 100 метров.

Во время третьего пролета «Маринера-10» была определена напряженность магнитного поля планеты. Она оказалась в 100 раз слабее, чем у Земли. При этом магнитное поле Меркурия имеет совсем иную форму, чем у Земли, наклон магнитной оси к оси вращения составляет 7°.

Таким образом, сфотографировано уже около половины поверхности Меркурия. На фотокарты нанесли координатные сетки. Получилась хорошая картографическая основа для дальнейшего исследования Меркурия — систематического геологического картирования его поверхности.

При определении долгот хорошим ориентиром служит кратер Хун Кал, имеющий около 1,5 километра в диаметре. 20° меридиан проходит как раз через его центр, на 0,4° южной широты. 20° меридиан на Меркурии играет ту же роль, что и 0° — Гринвичский меридиан на Земле.

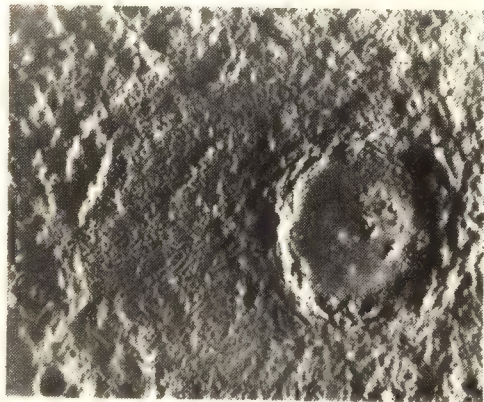
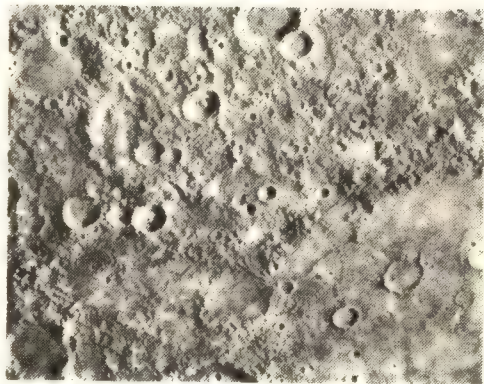
Для поверхности Меркурия характерны огромные уступы, тянущиеся на десятки и сотни километров (от 20 до 500 и более километров). Таких структур нет ни на Луне, ни на Марсе. Высота уступов от нескольких сотен метров до 3 километров, очертания дугобразные и извилистые. Встречаются они почти всюду, пересекают кратеры самого различного возраста и пространства между кратерами. Бровки уступов на Меркурии округлены, между тем как на Луне и Марсе они остроугольны.

Более 80 процентов всех обнаруженных на Меркурии уступов можно отнести к тектоническим, и только около 20 процентов — это фронты лавовых потоков.



Один из наиболее крупных и заметных уступов — уступ Дискавери. Его длина около 550 километров, высота — 3 километра. Уступ пересекает два больших кратера 55 и 35 километров в диаметре. На дне 55-километрового кратера высота уступа около 1 километра. Южнее на гребне уступа можно рассмотреть мелкий древний кратер (18 километров в диаметре). Он сохранился, хотя глубина кратера значительно меньше высоты самого уступа.

По морфологической характеристике уступы, подобные Дискавери (изогнутые очертания, асимметричная форма, нависающие фестончатые уступы и округлая форма гребней), существенно отличаются от трещин растяжения, которые встречаются в других частях Меркурия, например, на дне Моря Жары, а также от разрывов растяжения — мы их видим на Луне, на Марсе. Извилистые уступы Меркурия могут быть надвигами и взбросами. А тот факт, что они распространены очень широко, указывает на то, что поверхность Меркурия длительное время находилась, возможно и сейчас находится, в сильном сжатии. Это роднит Меркурий с Землей. Как известно, в ходе своей истории Земля также испытывала сжатие, на фоне которого происходили частные фазы расширения планеты и ее литосферы. (Подробнее об этом см. в книге Г. Н. Каттерфельда «Лик Земли и его происхождение», М. 1969 г.)



## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА МЕРКУРИЯ

Чтобы составить такую карту, пришлось использовать метод фотогеологического картирования, применяемый на Земле. Этот же метод был детально разработан многими советскими и американскими учеными применительно к Луне. В последние годы он же используется при составлении карт Марса. Как это ни парадоксально, фотогеологическое картирование Луны, Марса или Меркурия менее сложно, чем Земли. Там нет атмосферы, нет подвижных вод, эродирующих и сильно изменяющих земную поверхность. Кроме того, на Земле ярко выражена климатическая зональность, благодаря чему одинаковые по возрасту и составу комплексы пород в разных климатических зонах имеют различное морфологическое выражение. На Луне, на Меркурии основной эродирующий фактор — метеоритная бомбардировка. А изменения эти единообразны. По формам рельефа и структуре таких небесных тел можно судить об их возрасте, строении, составе, генезисе и условиях образования. Поэтому на других планетах проще, чем на Земле, распознавать различные типы и комплексы пород по их поверхностным, морфологическим характеристикам. Определение относительного возраста структур и комплексов пород для фотогеологического картирования планеты строится на таких принципах: при нормальном залегании слоев более молодые образования наложены на более древние; более молодые структуры имеют лучшую морфологическую сохранность; чем больше плотность кратеров на данной поверхности, тем древнее эта поверхность и слагающие ее комплексы пород; чем светлее поверхность (чем выше ее отражательная способность — альбедо), тем она древнее; альбедо служит также носителем информации о петрохимическом составе. Эти критерии мало применимы или вообще неприменимы в земных условиях.

Публикуемые здесь фотогеологические карты Меркурия составлены автором в 1974—1977 годах в масштабах 1:4 000 000 и 1:2 000 000 в основном по снимкам с разрешением 1—1,5 километра и частично — до 200 метров. (См. 6—7 стр. цветной вкладки.)

Геологическая карта планеты показывает распределение различных структурных об-

На фото сверху видна северо-западная часть Моря Юпитера (его диаметр 440 километров). Равнинные породы, заполняющие внутренний бассейн моря, выглядят более светлыми, чем окружающая местность. Обращает на себя внимание тот факт, что местность вне бассейна значительно больше насыщена кратерами, чем его дно. Эти данные говорят о том, что равнинные породы, заполняющие дно бассейна, имеют вулканическое происхождение и более молодой возраст. Нижнее фото. Кратер типа лунного Коперника, его диаметр — 120 километров. Сплошной покров выбросов от вала кратера простирается на меньшее расстояние, чем у лунных кратеров аналогичного диаметра. Объясняется это тем, что сила тяжести на Меркурии в 2,3 раза больше, чем на Луне.





разований и их относительный возраст, а это дает уже возможность прочитать историю, восстановить последовательность развития поверхности Меркурия.

#### ИЗ ИСТОРИИ ПЛАНЕТЫ

Наиболее многочисленные формы рельефа Меркурия (так же, как Луны и Марса) — кратеры, цирки и другие, еще более крупные кольцевые структуры. Например, Море Жары, его диаметр — 1300 километ-

ров. Море Жары — крупнейшее структурное образование на Меркурии. Этот круговой бассейн имеет диаметр 1300 километров и окружен Знойными горами (Калорисской Кордильерой) высотой до 2 километров. Внутри бассейна хорошо видна концентрическая система разломов и гребней. По размерам и внешнему виду это образование похоже на лунное Море Дождей. Мозаика составлена из 18 фотографий. (См. цветную вкладку.)

ров. У крупных кольцевых структур (с диаметрами более 130 километров) отчетливо видны террасы внутренних склонов и сложное построение центральных пиков.



У сравнительно молодых горных цирков обычно есть внутреннее горное кольцо, а внутри него — базальтовое море.

На поверхности Меркурия широко распространены базальтовые морские равнины. Нередко они бывают круглыми. Например, *Море Жары* (его диаметр — 1300 километров), *Море Юпитера* (440 километров), *Северное море* (350 километров).

Историю формирования и развития поверхности Меркурия можно подразделить на три крупнейшие фазы или эры:

I — **Доморская эра** (AM, от латинского *Ante-Mare*) — эра возникновения древнейшей материковой коры с многочисленными кольцевыми структурами и горными цирками;

II — **Морская эра** (M, от *Mare*) — время образования морских бассейнов, заполненных базальтовыми лавами;

III — **Послеморская эра** (PM, от *Post-Mare*) — образование цирков и кратеров. Эта эра, так же как и на Луне, наиболее длительная.

Эры можно подразделить на периоды. Таким образом, в истории развития поверхности Меркурия мы выделяем 9 периодов: 1 — Ранний доморской (AM<sub>1</sub>), 2 — Средний доморской (AM<sub>2</sub>), 3 — Поздний доморской (AM<sub>3</sub>), 4 — Ранний морской (M<sub>1</sub>), 5 — Средний морской (M<sub>2</sub>), 6 — Поздний морской (M<sub>3</sub>), 7 — Ранний послеморской (PM<sub>1</sub>), 8 — Средний послеморской (PM<sub>2</sub>), 9 — Поздний послеморской (PM<sub>3</sub>). Кратко охарактеризуем эти периоды.

AM<sub>1</sub>. Древнейший период, от него сохранились «материковые» пространства и очень старые, теперь уже почти не распознаваемые кольцевые структуры. Сюда относятся сравнительно ровные поверхности между крупными цирками и морскими бассейнами периодов AM<sub>2</sub>, AM<sub>3</sub>, M<sub>1</sub>. Для этих древнейших поверхностей характерно обилие малых кратеров (размерами 5—10 километров), расположенных рядами, цепочками и целыми гроздьями, весьма прихотливо разбросанными. Встречаются многочисленные мелкие холмы со сглаженными очертаниями, небольшие трещинки, борозды. Иногда можно различить фрагменты древнейших кольцевых структур и другие реликтовые образования.

AM<sub>2</sub>. К этому периоду относятся сильно измененные, но уже более уверенно распознаваемые горные цирки, валы которых разрушены не до самого основания и большей частью еще сохранили свою кольцевую форму. Днища многих из них затоплены более молодыми вулканическими лавовыми покровами.

AM<sub>3</sub>. В это время образовались многочисленные перекрывающие друг друга и изолированные кратеры и цирки размером от 30 до нескольких сотен километров в диаметре. Многие из них в последующем периоде были полностью или частично затоплены вулканической лавой. На валах цирков этого периода много еще не стертых топографических деталей и гораздо

меньшее количество, чем на цирках периода AM, мелких наложенных кратеров.

M<sub>1</sub>. Комплексы пород, образовавшиеся в этот период, имеют холмистую, или линейчатую морфологию. Это округлые, низкие и тесно друг к другу прижатые холмы размером от 1 до 3 километров в диаметре, высотой 100—200 метров. Они встречаются сравнительно небольшими участками в восточной части заснятого полушария планеты, например, в *Море Нептуна*.

Для линейчатой поверхности характерны холмы и долины протяженностью в 200—300 километров. Иногда это цепочки почти полностью слившихся друг с другом кратеров. Этот тип рельефа встречается преимущественно в южном полушарии Меркурия.

M<sub>2</sub>. К этому периоду относятся многочисленные кратеры, а также отдельные участки холмистых равнин в широкой полосе к востоку от *Моря Жары*.

M<sub>3</sub>. Это типичный морской период, он очень похож на морской процелляриев период на Луне. Вероятно, они близки и по возрасту. Комплексы пород этого периода сложены базальтовыми лавами. Характерный пример — дно *Моря Жары* и обширные пространства холмистых равнин к востоку от него. Рельеф здесь слегка холмистый. Холмы размером 0,3—1 километр в диаметре и высотой от десятков до нескольких сотен метров. Вблизи от *Калорисской Кордильеры* (эта горная страна воздымается на 2—3 километра над центральной частью бассейна) поверхность равнин приобретает сморщенный, гофрированный характер. Приблизительно одинаковая плотность кратеров на всех этих вулканических покровах указывает, что они имеют почти одинаковый возраст.

PM<sub>1</sub>, PM<sub>2</sub> и PM<sub>3</sub>.

Для кратеров, образовавшихся в самые поздние периоды PM<sub>2</sub> и PM<sub>3</sub>, характерна светлая лучистость, которой уже нет у кратеров периода PM<sub>1</sub>.

Новейшие лучистые кратеры характеризуются четко очерченными валами и склонами и хорошо развитыми вокруг них ореолами и гроздьями вторичных кратерочков. Скорее всего это взрывные образования и вулканического и метеоритного происхождения.

Если эти кратеры сравнить с коперниканскими кратерами Луны, то видно, что на Меркурии вследствие более сильного гравитационного поля светлые лучистые выбросы имеют меньшую дальность разлета.

Новые данные о строении и истории развития поверхности Меркурия говорят о том, что эта планета развивалась почти по тем же законам, как наша Луна. Меркурий показывает нам ряд особенностей и черт поверхности, которые в какой-то степени свойственны Марсу и даже Земле. Это позволяет планетологам и геологам заглянуть в те глубинные страницы истории Земли, которые на нашей планете давно уже стерты эрозией и другими активными геологическими процессами.



# МОЛЕКУЛЫ С ДВУМЯ СФЕРАМИ

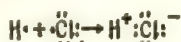
Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.

Смочите две палочки растворами хлористого водорода (соляной кислоты) и аммиака (нашатырного спирта) и сблизьте палочки — вокруг них возникнут клубы белого дыма.

Этот внешне эффектный опыт интересен и с научной точки зрения. Он позволяет получить одно из простейших комплексных соединений — хлористый аммоний, или нашатырь: белый дым образован именно его кристаллами.

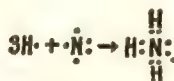
Чем же хлористый аммоний отличается от «обычных» химических соединений? И что это такое — комплексные соединения?

Вспомним, как образуется обычная химическая связь — например, в молекуле хлористого водорода. Атом водорода несет один электрон, у атома хлора их семь. Атом водорода подходит к атому хлора и отдает ему свой электрон. Так на внешней электронной оболочке у атома хлора оказывается восемь электронов. Такая электронная конфигурация очень выгодна энергетически и потому весьма устойчива. Электрон, перешедший к атому хлора, придает ему отрицательный заряд. Атом водорода, потеряв свой электрон, заряжается положительно. Можно сказать, что в результате атом хлора и атом водорода связываются силами электростатического притяжения, но стоит также отметить, что благодаря переходу электрона от атома водорода к атому хлора между ними возникла электронная пара:



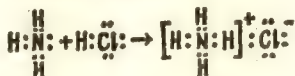
Теперь посмотрим, как образуется аммиак. В атоме азота на внешней оболочке пять электронов. К азоту присоединяются три атома водорода со своими элект-

ронами. Вновь образуются электронные пары, но они не переходят полностью от атомов водорода к атому азота, а являются общими. Поэтому ни атом азота, ни атомы водорода не несут зарядов.



Теперь мы видим, что решающим и характерным явлением при возникновении химической связи между атомами следует назвать образование общей для этих атомов электронной пары. Как правило, каждый из соединяющихся атомов предоставляет в общее пользование по одному электрону.

Присмотримся внимательнее к молекуле аммиака. В ней остается одна свободная электронная пара, которая не принимает участия в связывании атомов. Благодаря свободной паре аммиак может завязать связь с каким-то другим атомом. Но поскольку у азота не один свободный электрон, а сразу два, то другому атому, входящему с азотом в связь, нет необходимости приносить свой электрон. Таким «иждивенцем» может оказаться протон, то есть атом водорода, лишенный электрона. Присоединяясь к атому азота, заряженный положительно протон передает ему свой заряд. Возникает положительно заряженный катион аммония  $NH_4^+$ . В молекуле хлористого аммония он соединяется с отрицательно заряженным ионом хлора, тем самым возникает нейтральная частица.



Соединения, подобные хлористому аммонiu, которые образуются из более простых молекул без воз-

никновения новых электронных пар, называются комплексными. В центре каждой молекулы комплексного соединения находится атом, называемый комплексообразователем. Для аммония это азот.

Атом комплексообразователя обычно бывает окружен двумя сферами атомов. В случае хлористого аммония атомы водорода, плотно примыкающие к азоту, составляют внутреннюю сферу, а ион хлора находится на более отдаленной внешней сфере. В химических формулах комплексообразователя вместе с внутренней сферой заключается в квадратные скобки:  $[NH_4]Cl$  — так записывается, например, формула хлористого аммония.

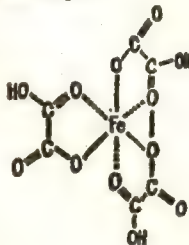
Во внутреннюю сферу комплексных соединений могут входить не только атомы, но и целые молекулы, например, тот же аммиак или вода. Многие соли кристаллизуются с включением молекул воды. Вот, например, медный купорос  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Эту соль можно рассматривать как комплексное соединение. Атом меди — комплексообразователь, молекулы воды, взаимодействуя своими свободными электронными парами с медью, образуют внутреннюю сферу, а ион сульфата располагается во внешней. Обратите внимание: в хлористом аммонии свободную электронную пару предоставляет атом комплексообразователя, в гидрате сульфата меди, наоборот, комплексообразователь принимает пары, предоставляемые ему молекулами, входящими во внутреннюю сферу. (Обитателей внутренней сферы называют лигандами.)

Комплекс медного купороса с водой нетрудно разрушить. Прокалите щепотку этой соли на железной пла-

стинке — она побелеет. Добавьте к безводной серной кислоте медной каплю воды — снова образуется синий водный комплекс.

А теперь получите аммиакат меди. Для этого к раствору медного купороса прилейте нашатырный спирт. Вначале выпадает осадок гидроксида меди, но по мере прибавления нашатырного спирта он растворяется, так как образуется синее комплексное соединение  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ . Если к раствору добавить спирт и охладить в кастрюле со льдом, то комплекс можно выделить в виде осадка. Такое комплексное соединение распадается в воде с образованием ионов  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ . То, что первый из названных ионов не разрушается с образованием ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , легко доказать. Опустите в растворы медного купороса и аммиаката меди железные гвозди. Медь выделяется на железе только из раствора медного купороса.

Очень интересны и важны так называемые внутрикомплексные, или хелатные, соединения, образуемые металлами и органическими производными. Прилейте к раствору хлорного железа столько щелочи, чтобы образовался осадок гидроксида железа. А теперь прибавьте к этому осадку щавелевой или лимонной кислоты. Образуется внутрикомплексная соль, в которой один атом кислорода, входящий в состав кислоты, образует с железом обычную связь, а другой — комплексную, благодаря своей электронной паре:



Подобные соединения широко используются в практике, например, для умягчения воды. За ее жесткость, как известно, в основном ответственные ионы кальция, связанные во внут-

рикомплексные соли, они не выпадают в виде нерастворимых осадков и в итоге не образуется накипь, то есть вода ведет себя так, словно лишилась ионов кальция, стала мягкой.

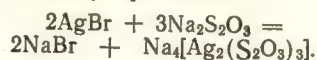
Очень важную роль играют комплексные соединения в фотографических процессах. Давайте попробуем смоделировать химические реакции, происходящие при получении фотоматериалов и их обработке. Только проводить эти реакции будем не в слое фотоэмульсии, а на дне стакана или на стекле.

Сначала получим «светочувствительную эмульсию». Ее основу, как известно, составляет бромистое серебро. Растворите в капле воды на стекле небольшой кусочек мыльного карандаша. Мыло продается в аптеке и представляет собой смесь азотнокислого серебра и азотнокислого калия. Поместите рядом с этой каплей каплю нашатырного спирта и соедините две капли, например, спичкой. Выпадает черный осадок окиси серебра. Если прибавить к нему избыток нашатырного спирта, получится раствор комплексного соединения  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ . Соедините каплю такого раствора с каплей раствора бромистого калия (он используется в качестве успокаивающего средства и в просторечии именуется «бромом»). Выпадает белый осадок бромистого серебра.

Поскольку мы изготовление «эмульсии» проводим на свету, будем считать, что наша «пленка» уже экспонирована. Теперь пленку нужно проявить. Соедините на стекле каплю с выпавшим осадком белого бромида серебра и каплю раствора органического восстановителя — гидрохинона или метола. Бромистое серебро почернеет — оно восстанавливается до металлического серебра. Именно черные частички серебра и создают изображение.

Черное серебро на фотопленке выделяется только в тех местах, на которых попал свет. В остальных же областях пленки остается незасвеченное бромистое серебро. Его удаляют при

фиксировании. В результате этого процесса бромистое серебро переводится в комплексную соль, содержащую во внутренней сфере тиосульфат-ионы:



Эта комплексная соль легко растворима в воде, но образуется она только в том случае, если действовать на бромид серебра избытком тиосульфата натрия. В противном случае получаются другие соединения, плохо растворимые в воде (убедитесь в этом).

Тиосульфат натрия растворяет бромистое серебро. Но можно растворить и черное металлическое серебро. Такой процесс проводится при обработке обратной пленки. Из черной пленки серебро удаляется окислением его хромовой смесью (раствором двуххромово-кислого калия и серной кислоты в воде). Из цветной обратной пленки серебро удаляют таким образом: действуют на него красной кровяной солью  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и бромистым калием. В результате серебро переводится в бромид, который потом удаляют уже известным нам методом, с помощью тиосульфата натрия. Попробуйте провести все эти процессы на стекле с каплями растворов. Если же действовать на серебро только красной кровяной солью, то получается желтая кровяная соль  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и железистосинеродистое серебро  $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , которое растворимо в растворе тиосульфата (проверьте это). Такой процесс проводят, желая ослабить слишком плотный негатив.

Красная кровяная соль используется в фотографии и с другой целью. Прилейте к раствору желтой кровяной соли раствор хлорного железа. Выпадает синий осадок берлинской лазури  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ . Синее окрашивание появляется также, если вместо желтой кровяной соли использовать красную кровяную соль и серебро. Именно этот процесс используется в фотографии для тонирования отпечатков в синий цвет.



Справедливости ради приведем и мнение скептика.

«Я сообщил о рэндзю своим старым партнерам по «крестикам-ноликам», но никто не захотел отойти от них: они просто не верят в существование выигрышной стратегии для начинающего партию. Это объясняется тем, что от игры с правилами, феноменально простыми, нам советуют перейти к несимметричному и малоестественному. Как если бы в шахматах белым запретили давать шах без мата. Лучшей агитацией за рэндзю была бы публикация в «Науке и жизни» этой выигрышной стратегии. После этого «крестики-нолики» умрут быстрой и тихой смертью».

**А. КАРТАШЕВ,**  
Москва.

Что ответить? Такая «выигрышная стратегия» существует в виде отдельных разработок. Она довольно проста, но разбор ее занял бы слишком много места. В Японии книжки на эту тему были опубликованы еще до войны, когда правила игры были ближе к «крестикам-ноликам» на бесконечном поле». Черным тогда запрещались только вилки 3—3 (соответственно 4—3—3 и т. д.) и длинные ряды, а доска была, как в го, 19×19. Нетрудно вообразить, что в отсутствии всяких ограничений доказательство обреченности «ноликов» выглядело бы намного тривиальней. Сомневающиеся могут проверить это даже на примере некоторых начал рэндзю, хотя в современном варианте игры обязательных выигрышей черных уже нет. Пособия по дебютам можно будет посмотреть в любой секции.

И все же мы вовсе не агитируем за смерть «крестиков-ноликов». Более того, можно рекомендовать их фабрикам игрушек как одну из лучших игр для детей дошкольного возраста. Что может быть проще и увлекательней? Когда же ребята достаточно хорошо их усвоят, они найдут в тех же комплектах (общих для «крестиков-ноликов» и рэндзю) современные правила и постепенно перейдут к ним.

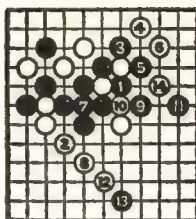


Диаграмма 1

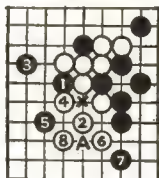


Диаграмма 2

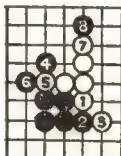


Диаграмма 3

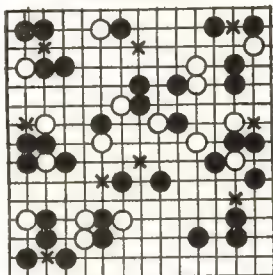


Диаграмма 4. Фолы 3—3.

Кстати, и в другой японской игре, где начинающий имеет преимущество в одну шашку, — го, правила также предоставляют партнеру достаточную компенсацию.

Конкурс выявил и ряд характерных ошибок. Многие участники проигнорировали такие технические приемы, как угроза вилки и обозначение (они изложены в № 10, 1980 г.). Поэтому сравнительно несложная задача № 2 оказалась им не под силу. Блокировав полушах черных 7 в пункте 8, белые после 11-го хода соперника делают шах 12 и защищаются в пункте 14. Атака черных сорвана. Кстати, редко кому удалось обнаружить эту оптимальную в данном случае оборону (диаграмма 1).

Если в задаче № 2 не удалось выиграть, то при решении задачи № 8 большинство участников проиграло. После 1-го хода черных

(диаграмма 2) белые, поставив шашку в пункт 2, обозначили атаку серией шахов (4, 3) и угрожают поймать черных на фол 3—3 в пункте X. Их не спасает даже сильнейшая защита 3. Полушахом 6 белые заставляют черных создать потенциальный длинный ряд. Они теперь могут превратить его и в реальный, но быстрее побеждают серией 8, А.

В некоторых задачах часть читателей наказала себя за невнимательное знакомство с изложенными правилами. Иначе трудно объяснить, почему они, заставив черных в задаче № 6 сделать двумя последовательными ходами два полушаха (диаграмма 3), решили, что им удалось поймать их на фол 3—3. Нужно же было всего лишь поменять местами 5-й и 7-й ходы. Тогда в пункте 6 действительно одновременно, как этого требуют изложенные правила, возникают два полушаха (фол 3—3).

Чтобы развеять последние сомнения по поводу фолов 3—3, мы приводим диаграмму с несколькими такими позициями, где черные одним ходом создают два полушаха (если более, то возникают фолы 3—3—3...). Напомним еще раз, что к полушатам относятся только такие ряды из трех шашек, которые могут следующим ходом перейти в открытый шах (открытый с обеих сторон ряд из 4 шашек).

Правила рэндзю не имеют никаких неясных или спорных пунктов ни в начале, ни в конце партии. Их не так много, чтобы в них заблудиться.

Все же, чтобы не запутывать участников конкурса, мы приберегли на эту публикацию последнее правило, которое применяется чрезвычайно редко и не требовалось при решении задач. Вот оно: любая из сторон может отказаться от хода, то есть не ставить шашку. На практике оно применимо лишь тогда, когда почти вся доска заставлена и любой ход черных создает фол.

В заключение редакция хочет поблагодарить всех участников конкурса за ответы, отклики, советы, критику и пожелать им побед.





## ЗАГАДКИ ПТИЦ-ПОДКИДЫШЕЙ

Профессор Б. ГРЖИМЕН.

Нам, зоологам, кукушка до сих пор задает немало загадок.

Например, когда кукушки, собственно говоря, спят? Весной, до самой ночи, часов до одиннадцати, можно услышать их переключку, перемежающуюся с воплями филинов, а около часу ночи они опять «на ногах»!

Одни орнитологи определили, при какой средней освещенности начинают петь птицы. Оказалось, что черные дрозды и зарянки просыпаются при 0,1 люмена (1 люмен равен силе света одной свечи на расстоянии 1 метра). Но сразу за ними уже идет кукушка, просыпающаяся при освещенности в 1 люмен. В четыре раза должно стать светлей, чтобы начали петь иволга и славка-черноголовка; зяблику требуются 12 люменов, а зеленушке — сто!

Влюбленный самец кукушки — настойчивый крикун. Он приподнимает свой хвост косо вверх, слегка распускает крылья, надувает зоб и выкрикивает свое «ку-ку» иногда до шестидесяти, семьдесят раз подряд. На мелких птиц эти крики производят совершенно определенное воздействие. Они налетают на крикуна, бьют крыльями, носясь вокруг его головы, и стараются долбануть его клювом. Кукушка не в силах прогнать эту назойливую мелюзгу.

Стоит только явиться на

зов самке-кукушке, как тут же начинается бешеная погоня, в которой подчас участвуют по два-три самца сразу. Кукушечьи обычаи не возбраняют самке осчастливливать нескольких самцов подряд. Единобрачия у этих странных птиц вообще не существует. Иногда какой-нибудь самец прочесывает участок, заселенный четырьмя-пятью самками и добивается расположения каждой из них, а случается и так, что самка посещает попеременно владения двух самцов.

Самка не кукует, а издает лишь торопливое «вик-вик-вик». Влюбленного самца можно приманить его собственным криком. Разумеется, для этого недостаточно просто прокричать «ку-ку», а следует более естественно подражать их зову. Тогда самцы воображают, что приближаются к ненавистному сопернику.

У мелких пичуг есть все основания ненавидеть кукушку, ведь они вынуждены играть роль приемных родителей для их подкидышей. Сто шестьдесят два вида птиц «облагодетельствует» кукушка своими яйцами, начиная с крошечного короля и кончая крупными горлицами и вяхирями. Взрослая кукушка весит примерно столько же, сколько черный дрозд — около ста граммов. А яички кукушки, не превышающие размером воробьиные,

весят три грамма (у черного дрозда и других птиц такой же величины яйца весят восемь граммов). Это понятно: ведь кукушка «осчастливливает» в первую очередь мелких птиц.

В жульническом подбрасывании яиц самкам отчасти помогают и самцы: они своим криком намеренно отвлекают на себя разгневанных маленьких родителей. Самка тем временем крадучись, потихоньку подкладывает свое яйцо. И старается она откладывать свои яйца в отличие от мелких птиц не по утрам, а в послеобеденные часы, когда наиболее вероятно застать гнездо без опеки родителей. Самка выбирает подходящий момент, подлетает к гнезду, хватая в клюв одно яйцо, поспешно откладывает на его место свое и улетает с ворованным трофеем в клюве.

Долгое время спорили о том, как удается кукушке подкладывать яйца в кладки птиц, строящих свои гнезда в дуплах деревьев. Ей ведь невозможно туда протиснуться. Наблюдениями установлено, что кукушка способна в случае необходимости отложить свое яйцо на землю, а затем, взяв его в клюв, водворить в дупло.

Кукушечьи яйца выглядят весьма различно, и распознать их в кладке приемных родителей способны иной раз только специалисты. И лишь у крапивника, пеночки и лесной завирушки кукушечье яйцо явно отличается от основной кладки.

Кукушка старается поместить свои яйца в свежие, только что достроенные гнезда, с неполными кладками. В законченных кладках яйца могут оказаться уже сколько-нибудь насиженными, и тогда кукушонок появится на свет позже положенного срока и не успеет вытолкнуть своих «братьев» из гнезда.

Небезынтесен следующий вопрос. Способна ли кукушка по своему усмотрению откладывать то голубые яички, требующиеся для гнезда горихвостки, то белые с полосками на тупом конце, необходимые



для того, чтобы обмануть бдительность камышовой овсянки; а то крапчатые — для малиновки. И хотя жизнь и повадки кукушек достаточно удивительны, но все же не настолько! Самка-кукушка, вылупившаяся в свое время из голубого яйца, будет впоследствии и сама откладывать голубые яички в гнезда горихвосток. Если она не сумеет разysкать достаточное число гнезд горихвосток и начнет откладывать свои яйца в гнезда других птиц, то чаще всего чужие яйца незамедлительно бывают выброшены возмущенными хозяевами.

Итак, выяснилось, что кукушки делаются на различные расы, подбрасывающие свои яйца совершенно определенному виду птиц-хозяев. Если бы кукушки подбрасывали свои яйца, например, одним лишь крапивникам, то этим несчастным пришлось бы высиживать одних кукушат, и они скоро бы вымерли окончательно. Поэтому надо считать большим счастьем для мелких певчих птиц, что кукушки не составляют постоянных пар, а предпочитают свободную любовь. Таким образом у них самцы и самки различных рас настолько перемешиваются, что в одной и той же местности появляются кукушечьи яйца самых разнообразных расцветок, и распределяются они более или менее равномерно по гнездам различных мелких птиц.

Далеко не все кукушата выживают. Только 62 процента подкинутых яиц бывает принято приемными родителями, треть от оставшихся портятся во время насиживания. А из вылупившихся кукушат только 43 процента становятся летними.

Неугодное, подозрительное яйцо птицы обычно проклевывает, хватая клювом за край скорлупы и выбрасывает вон. Однако проделать это с кукушечьим яйцом не так-то просто, потому что оно предусмотрительно слабее, гораздо более прочной скорлупой, чем равные по размеру яйца других птиц.

Маленький кукушонок выбирается из яйца на день или два раньше, чем его сводные братья и сестры. Появляется он на свет совершенно голым и с необыкновенно чувствительной кожей. Поэтому маленький крепшш весьма болезненно переносит любое прикосновение. Если в первые четыре дня жизни кукушонка дотрагиваться до него пальцем, он будет вести себя так, словно его колот раскаленными иглами. Все, что находится рядом с ним, причиняет ему боль. Поэтому еще слепой малыш начинает приседать, прижимаясь к самому летку гнезда и старается, чтобы находящиеся по соседству яйцо или братишка перекатились ему на спину. На спине у кукушонка имеется специальная ложбинка, в которой он с помощью своих обрубочков-крыльев удерживает жертву, затем он с великим трудом подтаскивает ее к краю гнезда, и... вот яйцо или птенец уже кубарем катится вниз, задевая за ветки.

Через четыре дня кукушонок оперяется и своеобразная удивительная «тяга к выбрасыванию» постепенно в нем угасает; но к этому времени вокруг него бывает уже пусто.

А если в одно и то же гнездо попало несколько кукушечьих яиц, отложенных разными самками! Между вылупившимися из яиц птенцами разыгрывается жесточайшая борьба. И заканчивается она тем, что в гнезде остается один.

В последующие за этим дни кукушонку остается только одно: попрошайничать. Поначалу он делает это молча — просто широко раскрывает клюв. Это очень разумно, потому что его «чужой» крик будет сильно отличаться от писка птенцов, возможно, еще оставшихся в гнезде. Но как только гнездо опустело, кукушонок становится громгласней и начинает издавать свой требовательный крик.

Можно сколько угодно ломать себе голову над тем, почему приемные родители терпят, что чужак безжалостно выкидывает из

## ● НЕ СЛИШКОМ ИЗВЕСТНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЖИВОТНЫХ

гнезда их собственное потомство. Они ведь вполне могли бы его заклевать на смерть, выкинуть самого или покинуть и обречь этим на голодную смерть. Но ничего подобного не происходит. Порой можно увидеть, как птенцы малиновки, жалобно пища, висят в развилке веток под самым гнездом, в то время как самка, не обращая на них ни малейшего внимания, пестует подкидыша.

Конечно, нам представляется чудовищно жестоким, что кукушонок hladнокровно убивает «своих» братьев и сестер. Но вместе им не вырасти. А вот хохлатой кукушке, обитающей в Испании и Африке, не приходится превращаться в убийцу. Она откладывает свои яйца в гнезда ворон и соек, и этим крупным птицам ничего не стоит выкормить кукушонка без особых хлопот вместе со своим выводком. И вообще не все кукушки ведут жизнь паразитов. В Америке, например, есть кукушки, у которых несколько самок собираются вместе и строят совместно гнездо, в котором и выращивают потомство сообща.

В Южной Америке встречаются утки, которые пристраивают свое потомство на кукушечий манер. Они подкладывают яйца в гнезда других уток родственного им вида или даже в гнезда хищных птиц.

Но не всем плоха кукушка. Она, например, заглатывает вредных гусениц, сплошь покрытых ядовитыми ворсинками, которых другие птицы обходят стороной. Ее огромный желудок бывает сплошь набит этими ворсинками и выглядит так, словно бы имеет изнутри шерстистый покров. Так что для нас, людей, привыкших рассматривать каждое животное с торжеской точки зрения — «а какой с него прок!» — кукушки все же представляют определенную ценность.

Перевод с немецкого  
Е. ГЕЕВСКОЙ.





# ПТИЧЬЯ ТРАГЕДИЯ

И. МАЛОВИЧКО (г. Томск).

Из года в год мы ищем гнезда мелких птиц, чтобы приоткрыть занавес над удивительным явлением природы — размножением кукушек.

На окраине города у самых окон многоэтажных домов мы выбрали участок площадью в несколько гектаров. Он разделен дорогами, прудами, грядами. Близость к дому позволяет в любую свободную минуту быть на месте.

Каждый год здесь поселяются чеканы, варакушки, желтые трясогузки, луговые коньки и прочая мелкота. Здесь довольно спокойно: десятки ребятшек проносятся за день, водители моют машины, а самое страшное — бродячие собаки и кошки. Для нас же фактор беспокойства оборачивается на благо. Мы собираемся наблюдать за кукушками, что называется, вплотную, взвешивать, фотографировать их. В естественных условиях этого делать любителю, конечно же, нельзя — птицы могут бросить гнездо.

## ЧЕКАНЫ

Во второй половине мая к нам возвращаются кукушки, извещая всех в окрестности о своем появлении радостно-возбужденным мелодичным «ку-ку». Одновременно с ними или

несколько позже появляются и чеканы.

Чекан, застолбив свой участок, зорко следит, чтобы ни один злоумышленник не нарушил его границ. Прежде всего это относится к собратьям по виду, затем — к кукушкам. Чекан хорошо знает кукушку «в лицо» и, как только она направляется в его сторону, отважно бросается ей наперерез. Бросок у него мощный, стремительный, смелый. Во время атаки подбадривает себя криком, скороговоркой — захлеб: чи-чи-чи.

Территорию чеканьей семьи определить не составляет большого труда, а найти само гнездо довольно хлопотно. Нам редко удавалось обнаружить гнездо во время постройки, чаще во время кладки, насиживания, либо в момент вылупления птенцов.

Я часто замечал, куда упала птица или откуда вылетела. Осмотрел, кажется, каждую складку, каждую кочку — нет гнезда, а ведь оно здесь где-то. Хозяйева беспокоятся, чуть на голову не садятся. И тогда лучше тихонько, аккуратно ступая в свой след, покинуть это место. Зато следующий раз, когда найдешь гнездо, сам себе удивляешься — лоток перед самым носом, стоило чуть ниже наклонить голову да слегка влево глянуть.

Гнездо чеканы строят искусно. Под толстым и

Весь световой день в любую погоду приемные родители кормят кукушонка. Самочка приносит немного — несколько гусениц или златоглазок. Самец ловит добычу покружнее и приносит за раз побольше. Крупные гусеницы, бабочки, даже жуки-усачи глубоко затапливаются в глотку птенцу.

плотным валком сухих прошлогодних стеблей пырея или мятлика, ежи или лисохвоста, под кочкой или под кустом дерева роется неглубокая ямка. В ней сплетается из стебельков чашеобразное гнездовье. Внутри оно выстлано мягкими волокнами либо шерстью.

Постройка гнезда, кладка яиц, насиживание, кормление птенцов и их вылет в каждой чеканьей семье протекают по своему графику. Вот выдержки из дневника.

6 июня. В редких стеблях сухой полыни, под валком прошлогодней травы гнездо номер один. В нем четыре птенца и яйцо. Птенцы слепые, в пуху, еще не успели обсохнуть.

10 июня. Второе гнездо. Последние приготовления перед кладкой. Лоток выстлан шерстью собаки.

А вот и третье гнездо. Здесь семь яиц.

12 июня. Четвертый участок. Оба супруга сразу уводят в сторону. Самец большими перелетами по 25—30 метров отлетает вперед, изредка ныряя в зелень. У самки перелеты от трех до пяти метров. Ныряет в траву под кустики. Перед нырком задерживается на видном месте, вздергивает хвостик, подает голос.

От гнезда птицы удаляются метров на 100—120. Возвращаясь, далеко оглашают меня. Самка, удостоверившись, что опасность миновала, ныряет в гнездо. Самец садится на огромный куст тальника, растущего в пяти метрах от гнезда.

13 июня. Птенцы первого гнезда в темном пере с белыми пестринами. Вылупились птенцы в третьем.

17 июня. Вылетели птенцы первого гнезда. Обитатели третьего — в пере. Появились птенцы в четвертом.

24 июня. Покинуто третье гнездо. Здесь же ря-

● ЛИЦОМ К ЛИЦУ  
С ПРИРОДОЙ



Приемные родители возле гнезда.

дом можно увидеть кургузых слетков. Родители продолжают их кормить.

Наконец удалось найти пятое гнездовье.

### ПОДКИДЫШ

Я начал было думать, что опять не удастся понаблюдать за кукушками. Но оказалось, что в пятом гнезде сидит подкидыш.

Небольшой, чуть больше воробья, весь в темно-серых, еще не успевших распусться бородах, он был невзрачен и неказист. Водил головой, будто кланяясь, ежеминутно раскрывал широкий рот.

Мы заметили, что, пока подкидыш небольшой, оба родителя принимают активное участие в его выкармливании. Гнездовье, куда мал птенец, ни на одну минуту не остается без присмотра. Если улетела самочка, самец сидит возле гнезда до тех пор, пока она не появится. Улетел за кормом самец — самка ждет недалеко. Но вот кукушонок готов покинуть гнездо. Теперь забота о нем полностью ложится на самца. Самочка появляется очень редко. Видимо, к этому времени — а ведь уже середина июля — чеканы семьи распадаются.

Преданность чекана-отца подкидышу поразительна. Взятый мальчишками из гнезда, кукушонок провел почти сутки в квартире. А утром, возвращенный к гнездовью, был признан своим приемным отцом.

Вернемся к дневнику.

... 30 июня. Решил взвесить кукушонка. Устраиваясь возле гнезда, чеканы орут что есть мочи. В чашке кукушонок сидеть не желает, то и дело вываливается из нее, старается забиться в куст полыни. Подбираю разновес. Вот это да! Вес птенца 65 граммов.

7 июля. Чеканов нет. Слышны их крики где-то вдали. Заглядываю в гнездо, птенца не узнать. Крупный, хорошо оперен. Пытаюсь взвесить. Птенец ведет себя агрессивно:

Кукушонок на весах — вес 110 граммов.



бьет крыльями, клювом, мало того, сам нападает. Слегка поведешь в его сторону рукой, расправит крылья и резко бросается навстречу. Заворачиваю его в марлю. Взвешиваю — 110 граммов. Итак, за семь дней птенец прибавил в весе 45 граммов.

Гнездо к этому времени уже развалилось. Стебли, из которых оно было свито, разбиты и растоптаны в труху лапами птенца.

Поднесенный к гнезду кукушонок пятится, пытается втиснуться в него, но добрая половина туловища остается снаружи. Птенец вытягивает шею, замирает. Окраска сливается с окружающим фоном.

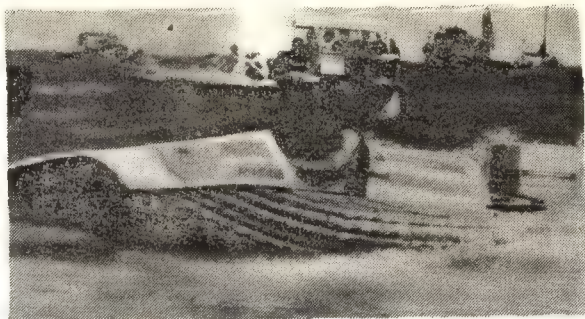
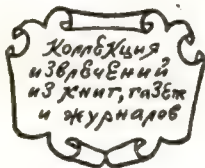
11 июля. Возле гнезда тихо. И лишь где-то вдали

слышится: чек-чек-чек, чек-чек-чек. Направляюсь туда. Чекан беспокоится. Значит, птенец где-то здесь, рядом. Внимательно осматриваю каждый куст, каждое дерево. Кукушонок сидит на нижней ветке придорожного тополя. Не стал его беспокоить...

Еще много дней он будет прятаться в зарослях кустов, в кронах ветвистых деревьев. Своим писком, уж больно тонким и слабым, совсем неподходящим для такой крупной птицы, он будет требовать пищу у своего крохотного родителя, широко открывая ненасытный рот. И, наевшись, будет дремать в густой тени, оберегаемый заботливым чеканом.







● Раз в год в австралийском порту Дарвин проходит мировое первенство среди моторных лодок, склеенных из пустых консервных банок из-под пива. Любителей странного вида спорта не смущает, что нигде больше, кроме Австралии, таких лодок не строят. Лодки имеют длину до 3,5 метра, на каждую идет порядка полутора тысяч пустых банок. Двигатели употребляются подвесные, мощностью не менее ста лошадиных сил. Бывает, что на большой скорости лодка начинает разваливаться, и тогда на помощь незадачливому строителю-гонщику приходит обыкновенный спасательный катер, построенный из более традиционных материалов.

● С ноября прошлого года в аэропортах Женевы и Цюриха введен «налог на шум». Размеры налога зависят от силы шума, развиваемого самолетом того или иного типа при взлете и посадке, и колеблются от 100 до 300 швейцарских франков.

● Помните, какой полет совершил продавец воздушных шаров из повести «Три толстяка»? Его коллега, австралиец Фред Джоунс, связав 450 образцов своего товара, поднялся на высоту 3000 метров. Чтобы плавно спуститься на землю, Джоунс прокалывал один шар за другим.

● Ла-Манш продолжает оставаться своего ро-

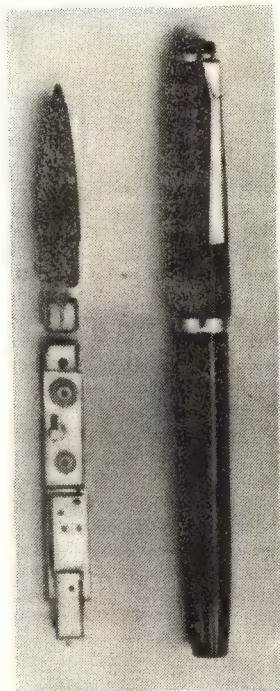
да полигоном для оригиналов, желающих пережить пролив таким способом, какого не использовал до них никто. Американский каскадер Алан Джонс решил проплыть через Ла-Манш, связав себе руки и ноги. Однако, преодолев почти восемь километров, он вынужден был остановить попытку: помешали волны и порывистый ветер.

● За руль автомобиля — тогда это был трехколесный французский экипаж — Александр Йордан впервые сел в 1905 году в Берлине. С тех пор Йордан сменил множество автомобилей. Но возраст — 92 года — оказался для властей города Мосбах (ФРГ), где живет сейчас Йордан, основанием для того, чтобы лишить самого старого водителя в ФРГ его водительских прав. Однако старый автомобилист не сдаётся и добывается перемены решения.

● На снимке — один из самых миниатюрных магнитофонов в мире, выпускаемый в ФРГ. Он уместается в корпусе от авторучки длиной 120 миллиметров и диаметром 9,5. Микрокассета размерами 25 на 1,8 миллиметра позволяет вести запись 33 минуты. Скорость протяжки всего 0,4 сантиметра в секунду, поэтому качество записи неважное, диапазон частот 100—7000 герц. Чтобы проиграть запись, нужен отдельный усилитель размером с пачку

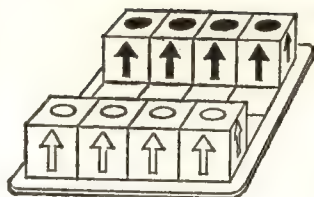
сигарет. Стоит малютка как большой высококачественный магнитофон.

● С мая прошлого года около каждого телефонного аппарата в ратуше западногерманского города Людвигсбурга стоят песочные часы на восемь минут. Бургомистр приказал придать их каждому телефону, чтобы сотрудники помнили: телефонный разговор должен быть коротким и деловым. Сколько времени сэкономили работники ратуши, сказать трудно, но вот ежемесячный телефонный счет сократился на 400 марок.





# КАНТ



Для игры в кант нужны 8 кубиков и квадратная доска  $4 \times 4$  с клетками, на которых умещаются кубики. На грани каждого кубика имеются значки — кружок, крестик и четыре стрелки. Значки наносятся краской или вырезаются из цветной бумаги и наклеиваются. Половина кубиков имеет значки одного цвета, половина — другого. Лучше, если это будут яркие, контрастные цвета, например, белый и черный.

Особенностью игры в кант является то, что в ходе партии кубики не переставляются, а перекачиваются по доске (кант — от слова кантовать). За один ход разрешается делать лишь одно переворачивание на смежную грань. Ход делается на любое соседнее свободное поле по вертикали или горизонтали.

Играют двое. Ходы делаются по очереди. Цель игры — первым выстроить свои кубики на исходной горизонтали, занимаемой противником. Причем ориентированы кубики должны быть кружками вверх, как и в исходном состоянии.

## ПРАВИЛА ИГРЫ

1. После того как один из игроков устанавливает на исходной горизонтали противника один свой кубик кружком вверх, противник обязан последующими ходами вывести с этой горизонтали все свои кубики быстрее, чем по числу ходов способом.

Например, в позиции на диаграмме 1 после хода белых  $d3 \rightarrow d4$  черные обязаны ходить  $b3 \rightarrow b2$  (чтобы затем освободить свою горизонталь ходом  $b4 \rightarrow b3$ ). Если белые ответят  $c3 \rightarrow b3$ , то тогда для черных быстрее-

ший способ освободить свою горизонталь — это ходы  $b4 \rightarrow c4$ ,  $c4 \rightarrow c3$ . Поэтому следующим ходом черных должен быть ход  $b4 \rightarrow c4$  и т. д.

В случае, если освободить горизонталь пока невозможно (диаграмма 2), черные выбирают ходы по своему усмотрению до тех пор, пока белые им эту возможность не предоставят.

2. Если одному из партнеров удастся установить на исходной горизонтали противника два своих кубика кружками вверх, то противник ходит в соответствии с правилом 1 с той разницей, что теперь он должен освободить и следующую за исходной горизонталь.

3. После того как игрок устанавливает на исходной горизонтали противника три кубика кружками вверх, противник обязан немедленно освободить последний, четвертый кубик своего партнера, если этот кубик находится в окружении.

4. Если все кубики одного из игроков заблокированы кубиками противника так, что он не может сделать ни одного хода, то этому игроку засчитывается поражение.

Для того чтобы перевести свои кубики из исходной позиции в конечную за минимальное число ходов, пусть даже на доске, свободной от кубиков противника, требуется решить своего рода головоломку. Но при игре часть полей занята противником, и расположение его кубиков непрерывно меняется. Поэтому, играя в кант, можно скоро убедиться, что, несмотря на малую размерность доски и небольшое число кубиков, это довольно сложная и интересная игра.

**Б. ШИРОБОКОВ**

(г. Горький).

Развертка кубина

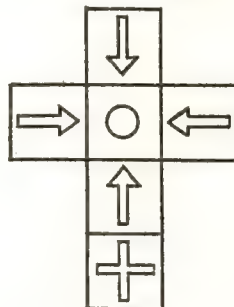


Диаграмма 1

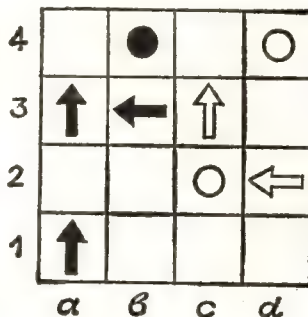
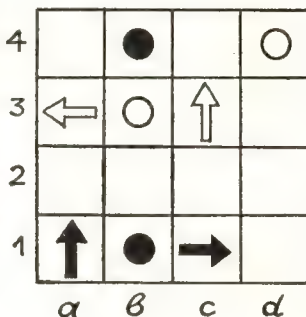


Диаграмма 2



# ПРЯТАТЕЛЬНАЯ СИЛА ПОДРОБНОСТЕЙ

Юрий ВЕБЕР.

На полке четыре книги стоят рядом. Книги одного писателя — Д. Данина. Сейчас перечитываю их вновь...

1957 год. С скромная, тоненькая книжка «Добрый атом». Очерк о нашей первой атомной электростанции. Эскизный набросок тех шагов науки, что сделали возможным появление этой станции. Добрый атом. В противовес дьявольски злому, взорванному над Хиросимой.

1961 год. Книга «Неизбежность странного мира». Широкое полотно, рисующее картину великого перелома в физике первой половины нашего века. Проникновение научной мысли в глубины атома, в связь пространства и времени — необычные понятия и представления из разряда «безумных», выявление законов нового, странного мира элементарных частиц.

1966 год. Книга «Резерфорд» в серии «Жизнь замечательных людей». Художественная биография одного из тех, кто закладывал фундамент новой науки — создателя знаменитой планетарной модели атома и основоположника ядерной физики. Повесть о становлении личности, становлении ученого, о его научном подвиге.

1978 год. Книга «Нильс Бор» той же серии. О человеке, который сделал решающий скачок в познании строения материи, открыв эру нового, квантового мышления в природоведении.

Двадцать лет верности, преданности писателя одной большой теме: мир ученых, добывающих знания, от которых зависят теперь, может быть, судьбы человечества.

Материал огромного сопротивления писательскому перу. Блуждания в хладных теоретических высях, тонко-

сти физических наблюдений, непригодность обычных зримых представлений... Потребовалось немалое литературное мастерство, чтобы подчинить этот материал живому изображению.

Данин ведет подлинное художественное исследование предмета науки и личности ученого — характера, обстановки, жизненных обстоятельств и обстоятельств времени. Крепкий сплав, в котором одно от другого уже неотделимо. «Наука — дело человеческое», — пишет он.

Мысль героя-ученого сквозной нитью пронизывает все повествование. Беспокойная, ищущая мысль... Для Данина — любимое «действующее лицо». Эта мысль становится часто пружиной сюжета. Источником самых драматических ситуаций.

Резерфорд стоит в затемненной лаборатории над экспериментальной установкой для наблюдения рассеивания альфа-частиц, стоит на исходе двухлетних мучительных раздумий, и вдруг возникает мысль, которая «пробилась сквозь толпу логических возражений» и показалась ему самому сначала совершенно «дикий идеей»... Но оказалось, что именно эта «дикая идея» и позволила впервые понять, как устроен атом.

Нильс Бор в вечерней тишине, при свете настольной лампы рассматривает коротенькую, довольно известную формулу — «уже не мог от нее оторваться!» — и видит в ней то, что не видели другие: поразительный закон квантовых уровней энергии в атоме.

Проследивание «приключений мысли» позволяет Данину избежать груза голых объяснений (опасность, подстерегающая каждого, кто берется показать ученого в том, в чем он действительно велик, — в его научном творчестве).

Объяснение сути вещей Данин дает через переживания своего героя — его

приход к пониманию сложнейших закономерностей природы. И предметом переживания читателя становится сам процесс познания. Так, задача популяризаторская смыкается с задачей эстетической. Швы между «научным» и «человеческим» почти неразличимы.

Данин умеет передать свое восхищение перед стройностью мысли, ее взлетом и даже формой ее выражения. И заражает этим чувством читателя, вовлекая его в «завораживающе красивые микрособытия». Об открытии одного из физических законов он говорит: «Это было и неожиданно и радостно, как обретение всякого нового знания, и вместе с тем немножко страшновато». Он даже позволяет себе привести изредка математическую формулу, чтобы мы могли «полюбоваться ее простотой». Или о другой формуле: «Ее стоит написать здесь хотя бы ради того, чтобы увидеть своими глазами то, что увидел, вернувшись из Норвегии, Бор». Данин остро чувствует этот блоковский «жар холодных чисел».

Он вводит нас в живую обстановку действия. Город. Улица. Лаборатория. Коридоры. Залы конгрессов и конференций. Кулуары. Профессорская квартира и комнаты для приезжающих. Перрон вокзала. Купе в поезде. Палуба океанского теплохода. Лужайка для спортивных игр. Лыжная трасса... Всюду ведет он нас за своими героями, туда, где они живут, трудятся, спорят, отдыхают, развлекаются... и думают, думают, так как мысль никогда и нигде не знает покоя.

Притягательная сила подробностей. И примитивная «веревочно-сургульная аппаратура», на которой производятся первые атомные чудеса. И заложившаяся в записную книжку Резерфорда с разлинованными страничками, куда он заносит, вызываясь насмешливо, список «проектируемых исследований». И ключ от института Нильса Бора, врученный каждому ученому гостю, чтобы тот мог приходить и работать в любое

## ● РАЗМЫШЛЕНИЯ У КНИЖНОЙ ПОЛКИ



время. И приборы, неизменно ломающиеся при одном лишь появлении теоретика Паули, презиравшего экспериментальную канитель, — «Эффект Паули»! И бумажные салфетки в институтском буфете, служащие грифельными досками во время нескончаемых споров...

Все это «тепло околичностей», щедро согревающее рассказ Данина, вызывает у читателя драгоценное чувство «при сем присутствия». И порой кажется: сам идешь по этой узенькой тихой улочке Фри скул лэйн в Кембридже, по которой направляется твердым шагом в свою Кавендишскую лабораторию «папа» Резерфорд. Или попадаешь на улицу Блегдамсвей в Копенгагене, где стоит возле парка скромный по виду, похожий на заурядную школу Институт теоретической физики — «Институт Бора», и где в комнатах на мансарде часто завязываются самые жгучие бескомпромиссные диалоги по самым фундаментальным проблемам.

«Подышать атмосферой большой науки» устроился когда-то через два океана в Европу, в знаменитую обитель физики, сын новозеландского фермера молодой бакалавр наук Эрнст Резерфорд. И мы теперь, читая Данина, можем вкушать от той атмосферы, царившей вокруг таких личностей, как Резерфорд и Нильс Бор.

Писатель воссоздает дух взаимоотношений. Тяготение умов друг к другу и свободу «взаимной критической хулы». Из воспоминаний одного из участников: «Как часто он выговаривал мне: ты совершеннейший балда!»... И знаете ли, это очень помогало». Данин обильно рассыпает черточки лабораторного фольклора, смешные случаи, подшучивания друг над другом. «Иронию он предпочитал торжественному тону» — так характеризует он Резерфорда. Юмор, неистощимый юмор окрашивает здесь многое. Юмор помогал переносить крайнее напряжение работы, разряжать возможные недоразумения и столкно-

вения. Юмор, обращенный не только на других, но и юмор, обращенный на себя, — привилегия истинных интеллигентов. То был «блестящий, шумный, веселый интернационал физиков-друзей», — как справедливо определяет Данин.

Полнокровные характеры даны нам в образах главных героев. Но и другие участники этого редчайшего научного сообщества обрисованы каждый в своей индивидуальности. Со своими достоинствами и своими противоречиями. И молодой ранимый Гейзенберг, излучающий самые смелые из «безумных идей». И тот же острый, беспощадный аналитик Паули. И Фредерик Содди — жертва собственного непомерного честолюбия. И наш Капица, покоряющий всех своей самостоятельностью. И наш Ландау с его блеском парадоксального ума и очаровательной бесцеремонностью. И даже скромный безотказный ассистент Кроу, зачарованный с юных лет тем, что увидел однажды в лаборатории... Целая галерея характеров.

Мы видим человека науки, когда стоит он перед нравственным выбором. В каждодневных испытаниях своего исследовательского труда, — быть всегда верным только правде научного факта. Или в наивысший момент выполнения своего долга перед человечеством. Мы узнаем о деятельной помощи Резерфорда беженцам из фашистских застенков. О героическом сопротивлении гитлеровским оккупантам Жолио Кюри во Франции, Нильса Бора в Дании. Мы читаем о тревоге крупнейших ученых за будущее, тревоге о том, чтобы, выиграв в войне, человечество не проиграло бы мир. «Нравственный коэффициент» — важная составляющая данинских книг.

Данин мастерски владеет словом — точным, ясным, выразительным. Склонность к афористичности, сравнениям, обращение к образам литературы, искусства, истории — характерные черты писательского почерка Данина. Все к месту, все достигает цели. Могу сказать: читать Данина — удовольствие.

## ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

### Тренировка умения мыслить логически

#### КРОССАНАГРАММЫ

Известно, что слово «кроссворд» обозначает задание, в котором нужно находить слова, пользуясь тем, что они имеют общие буквы. Анаграммой называют буквосочетание, составленное из букв какого-нибудь слова, например, буквосочетание ОЕТРПТР есть анаграмма слова ПОРТРЕТ.

Кроссанаграмма — это задание, в котором анаграммы в пересечении имеют общие буквы. Требуется разгадать слова, из букв которых составлены анаграммы. При этом следует учитывать, что отгаданные слова должны при пересечении иметь общие буквы, как в кроссворде. Например, для кроссанаграммы слева решением будет такой кроссворд:

П	С	О	О	Р
Л	Р	П	А	А
К	А	П	Л	А
А	О	П	Т	Р
А	А	Т	Р	О

П	Р	О	С	О
А	Т	Р	П	А
Л	А	П	К	А
К	О	П	О	Р
А	О	Р	Т	А

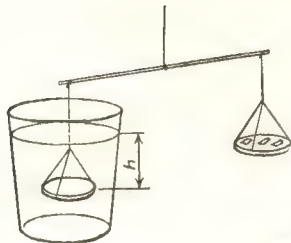
Отгадывайте кроссанаграммы:

О	Ч	К	С	А	О	Д	А	Л	К
П	А	К	Р	Т	Т	Р	Е	Т	
С	А	К	Р	Т	О	Т	Р	Е	
И	С	Е	Н	Л	Е	Т			
Р	О	Е	П				У	Р	Г
А									
Б	К	Р	А			Е	С	О	Н
Н	Т	Д	Л	Г		Р			
А	Р	И	Б	А	О	К	С		
К									
А	Д	О	Н	Р		К	О	Л	Н

О	М	Л	О	О	К	И	С	У	Т	Т	Р
Т						Р	С	Т	А		Т
К						А	П	И	Р	Т	А
М						Л			О	А	А
О	К	И	К	Л	Р	К	Т	А	О	А	В
У	С	Л	А	Т	П	Е	К	У	Т	Е	Р
П						О	А				А
Ь						А	Ж	О	Д	Б	А
Т						С	Р				Т
Л	Г	Е	Е	А	Т		Д	Д	А	Е	Ж

# КАК ИЗМЕРИТЬ ПЫЛИНКУ

Кандидат химических наук Г. ШУЛЬПИН.



Представьте, что вам понадобилось измерить диаметр футбольного мяча или яблока. Нет ничего проще — приложите к мячу две линейки или дощечки и измерьте треглей линейкой расстояние между ними.

Но вот возникает такая задача — измерить диаметр частичек дорожной пыли или зубного порошка. Обычной линейкой тут вряд ли чего достигнешь. Но, оказывается, поставленную задачу можно решить, взболтав порошок в воде и измерив скорость его осаждения. Зависимость между этой скоростью и размером частицы вывел английский физик Дж. Стокс: соответствующая формула приведена на рисунке. В домашних условиях не трудно провести грубый расчет по этой формуле, соорудив относительно несложный аппарат.

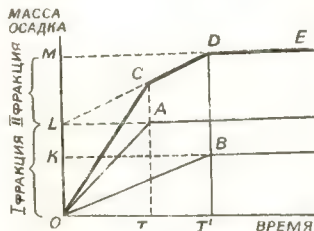
Основное в предлагаемом эксперименте — определение массы осадка, поэтому главная часть прибора — весы.

Чтобы их изготовить, надо к концам стеклянной, металлической или деревянной палочки привесить две чашечки из алюминиевой фольги, а середину палочки прикрепить за нитку к неподвижной опоре. Нам не потребуется определять абсолютную массу осадка в граммах, нужно знать только относительный вес. Поэтому в качестве гирь можно использовать вырезанные из алюминиевой фольги квадратики одинаковой формы и размера (вес выпавшего осадка будем выражать числом квадратиков-гирь, необходимых для уравнивания осадка). Принцип опыта прост: погружаем одну из чашек наших весов во взвесь порошка в воде, осадок постепенно откладывается на чашке, поэтому чашка опускается. Через определенные промежутки времени мы кладем на противоположную чашку столько гирек, чтобы коромысло весов снова приходило в го-

ризонтальное положение. Время и вес осадка записываем в таблицу.

Конечно, прибор необходимо отрегулировать: сделать так, чтобы осадок полностью оседал за несколько часов и чтоб хватало гирек для определения массы выпавшего осадка. Для этого придется поварьировать и количество осадка, и вес чашек, и размер гирек. Заранее займемся и теоретическим анализом возможных исходов опыта: они описаны в подписи под первым графиком.

Теперь обратимся к эксперименту. Поместите одну из чашек наших весов в стакан с водой и приведите коромысло в горизонтальное положение, накладывая гири на правую «сухую» чашку. После этого замените воду на суспензию зубного порошка и через определенные промежутки времени определяйте вес осевшего осадка. Рассчитайте так, чтобы всего произвести 5—



$$V = \frac{2r^2g(d_1 - d_2)}{9\eta}; r = \sqrt{\frac{9\eta h}{2g(d_1 - d_2)}} = \sqrt{\frac{K}{V}}$$

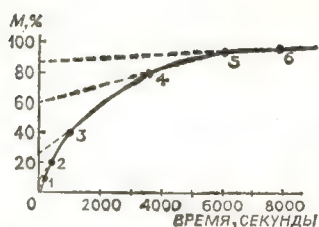
$V$  — СКОРОСТЬ,  $r$  — РАДИУС ЧАСТИЦЫ,  $h$  — ВЫСОТА ЕЕ ПАДЕНИЯ,  $t$  — ВРЕМЯ ПАДЕНИЯ  $d_1$  (ПЛОТНОСТЬ МЕЛА) —  $d_2$  (ПЛОТНОСТЬ ВОДЫ) = 2700 — 1000 = 1700 КГ/М<sup>3</sup>  $\eta$  (ВЯЗКОСТЬ ВОДЫ) = 0,001 Н·С/М<sup>2</sup>  $g$  (УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ) = 9,8 М/С<sup>2</sup>,  $K = 0,0002$

Формула Стокса, приведенная на графике, описывает медленное движение сферического тела в вязкой жидкости под действием силы тяжести. Не будет большой ошибкой, если все частицы

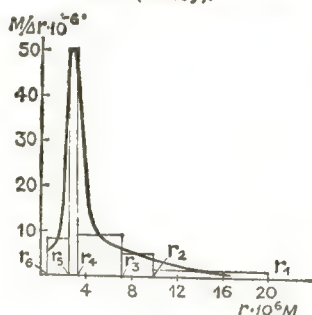
взвеси предположить по форме близкими к шару. Для простоты сначала предположим также, что все они имеют одинаковый радиус и оседают равномерно. Откладывая на графике по оси абсцисс время, а по оси ординат — массу осадка, скопившегося к этому времени на чашке весов, мы получим (в силу равномерности оседания) отрезок прямой линии ОА, исходящий из начала координат. После того как за время  $T$  весь осадок окажется на чашке весов, масса осадка прибывать перестанет и прямая ОА перейдет в горизонтальный луч. Очевидно, в переломный момент времени  $T$  на чашку весов упали те частицы, которые в начальный момент находились на поверхности жидкости. Таким образом, для них мы знаем и время и высоту падения (ее легко измерить линейкой; допустим, она равна 0,1 м). Подставляя эти значения в формулу Стокса, мы вычислим радиус частиц.

Рассмотрим далее более сложный случай, когда взвесь состоит из частиц двух сортов, различающихся радиусами. Предположим, что оседание больших частиц дает прямую, уже рассмотренную нами — ОА. Более легкие частицы оседают медленнее. Поэтому им должен соответствовать более пологий отрезок — ОВ. Для того чтобы получить график оседания всей взвеси в целом, нужно сложить ординаты обоих отрезков. В результате получаем ломаную линию ОСДЕ. Точка С на этой линии соответствует времени, когда полностью завершится оседание более крупных частиц, точка D — времени, когда осела и легкая фракция. Если продолжить линию DC до пересечения с осью ординат, то отрезок LM окажется равным отрезку ОК. Но ведь ОМ — это масса всего осадка, а ОК — масса легкой фракции. Значит. ОЛ — масса первой, тяжелой фракции. LM — масса второй, более легкой фракции.





Кривая осадки (вверху) и полученная на ее основе дифференциальная кривая (внизу).



6 взвешиваний (после чего весь осадок осядет и его вес станет постоянным), и учитывайте, что на первых стадиях вес будет меняться быстрее, чем в конце эксперимента.

Ясно, что зубной порошок состоит не из частиц строго заданного размера и даже не из двух или трех фракций. Состав частиц по радиусам меняется непрерывно в каких-то определенных пределах. Так что у нас получится плавная кривая — это как бы предельный случай изображенной на предыдущем графике (см. стр. 130) ломаной линии при числе фракций, стремящемся к бесконечности. В первом же приближении можно разделить кривую на шесть участков, отвечающих шести условным фракциям.

Возьмем на кривой осадки (рис. вверху) самый начальный участок 0—1. Будем считать, что он прямолинейен и отвечает осаждению самых крупных частиц. Содержание данной фракции отражается отрезком на оси ординат, который соответствует участку OL на предыдущем простейшем графике и получается, если продолжить отрезок 1—2 до пересечения с осью ординат. Содержание фракции 1—2 мы получим, если продлим отрезок 2—3 до пересечения с осью ординат и вычтем долю пре-

дыдущей фракции. Таким образом можно вычислить относительное содержание всех выбранных нами фракций.

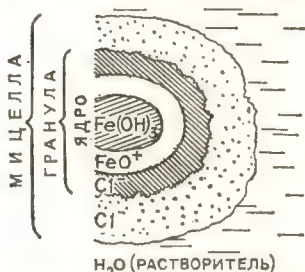
Теперь построим дифференциальную кривую осадки. Для этого по оси абсцисс откладываем вычисленные значения радиусов, а по оси ординат — величины  $M/\Delta r$ , где  $M$  — относительное содержание той или иной фракции, а  $\Delta r$  — интервал радиусов ее частиц. Соединив средние точки оснований построенных таким способом прямоугольников (см. график), мы и получим картину распределения частиц по фракциям. Из нее хорошо видно, частицы какого размера преобладают в смеси.

То, чем мы сейчас занимались, называется седиментационным анализом. Это раздел коллоидной химии, изучающий процессы осаждения (седиментации) взвешенных в жидкости частиц. Такие процессы играют важную роль в технике, в практике. Со смесями частиц приходится иметь дело каждому из нас. Здесь и суспензии (взвеси твердых частиц в жидкостях), и эмульсии (когда частицы одной жидкости рассеяны в другой, не растворяющей первую), и аэрозоли, то есть туманы и дымы (взвеси капелек жидкости или, соответственно, твердых частиц в газе). Возьмем хотя бы эмульсии. Многие краски — это эмульсии, молоко — эмульсия, наконец, многие лекарства применяются в виде мазей-эмульсий.

Зерна зубного порошка — частицы довольно крупные и в воде быстро оседают. Когда вещество, растворяясь в жидкости, распадается на молекулы, те оседают не станут. Они равномерно распределяются между молекулами воды, образуя так называемый истинный раствор. А что будет, если в воде размешать частицы, размеры которых лишь в несколько раз превышают размеры ее молекул? Мы получим удивительнейшие образования, называемые коллоидными растворами.

Приготовить какой-либо коллоидный раствор дома нетрудно и притом несколь-

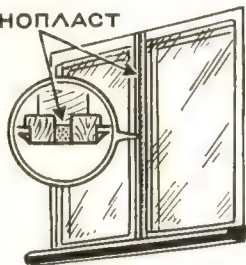
кими способами. Растворите в спирте немного канифоли и затем в стакане к чайной ложке такого раствора добавьте большой избыток воды. В другом опыте к кипящей воде добавьте хлорида трехвалентного железа и полученный раствор кипятите еще несколько минут. Третий опыт: к очень разбавленному раствору желтой кровяной соли постепенно, помешивая, добавьте по каплям разбавленный раствор треххлористого железа. Во всех случаях вы получите окрашенные в разные цвета коллоидные растворы.



Частицы коллоидного раствора устроены довольно сложно. Центр частички, ее главную часть составляет ядро. Во втором опыте мы получили гидролизом хлорида железа коллоидный раствор гидроксида железа, в котором именно Fe(OH)<sub>3</sub> и составляет ядро. К ядру прилипают, адсорбируются ионы FeO<sup>+</sup>. Но, поскольку эти ионы несут положительный заряд, к ним на близкое расстояние подходят ионы Cl<sup>-</sup>. Таких ионов, однако, меньше, и поэтому все это образование, называемое гранулой, заряжено положительно. Этот положительный заряд нейтрализуется также ионами хлора, но уже более свободно плавающими в растворе. Вся частица гидроксида железа с окружающими ее ионами называется мицеллой. Поскольку мицелла содержит ионы, добавление в раствор какого-либо ионного соединения (например, любой соли) вызывает перераспределение зарядов на поверхности гранул, а это ускоряет их слипание и седиментацию. Добавьте к коллоидному раствору гидроксида железа немного раствора фосфата натрия (или другой соли) и наблюдайте выпадение осадка.

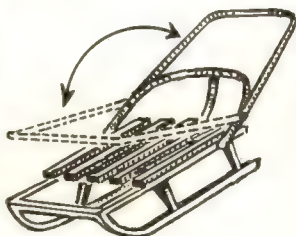
# Домашнему мастеру. Советы

## ПЕНОПЛАСТ



В. Мирный (г. Киев) рекомендует для утепления окон использовать пенопласт, остающийся от упаковок. Он не пропускает холод и долго сохраняет свой белый цвет. Режут пенопласт на полосы острым ножом или горячим паяльником (см. № 8, 1980 г.). Ширина полосы должна быть несколько больше ширины щели, чтобы пенопласт входил с натягом.

Катать за веревку санки с ребенком — далеко не лучший способ их передвижения: можно вывалить ребенка, потерять игрушку, а на горке санки бьют по ногам. В. Касаткин (г. Москва) предлагает к спинке санок приделать откидную ручку из алюминиевой трубки, за которую их можно толкать. Если нужно, веревка сохраняется.



НАУКА И ЖИЗНЬ  
ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

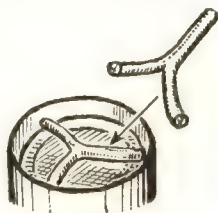


Если просверлить шуруп, вставить в отверстие стальное колечко и заплата стык, то с помощью этого простого приспособления можно надежно и аккуратно закрепить капроновый шнур или леску для сушки белья. Советом поделился Ю. Алексеев (г. Электросталь).

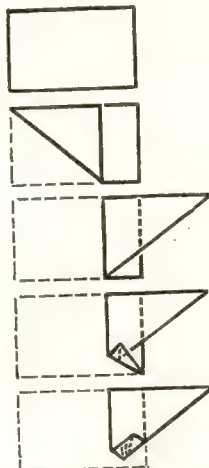


РЕЗУЩАЯ  
КРОМКА

Наденьте канцелярскую скрепку на лезвие безопасной бритвы — и вы можете резать бумагу по деревянной линейке, не опасаясь, что лезвие врежется в ее кромку. Советом поделился Л. Торгашов (г. Томск).

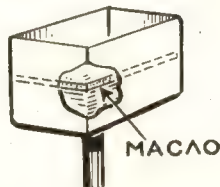


А. Кожевникова (г. Москва) предлагает в качестве гнета для солений использовать очищенную от коры вишневую веточку-рогульку. Размер ее выбирается таким, чтобы она плотно упиралась в стенки посуды и не давала всплывать кружку.



В некоторых местах Сибири бумажный фунтик для продуктов свертывают совсем не так, как в других частях страны. Времени на это уходит меньше, получается он гораздо прочнее и не разворачивается, из него можно даже напиток, а уж, скажем, мука или крупа не просыпятся ни за что. Тем, кто не знаком с сибирским фунтиком, рекомендуем его освоить, воспользовавшись приведенной схемой.

В системе отопления индивидуального дома приходится постоянно пополнять уровень воды в расширительном бачке. К. Бекузаров (пос. Минзур) советует залить в бачок 20—30 г. машинного масла. Тонкая масляная пленка будет препятствовать испарению воды, и убыль ее прекратится.





## Н О В Ы Е К Н И Г И

Лошиц Ю. М. **Дмитрий Донской. М., «Молодая гвардия», 1980. 367 с. с илл. (Жизнь замечат. людей. Серия биографий. Вып. 17(610). 150 000 экз. 1 р. 80 к.**

Биографическое повествование, посвященное выдающемуся государственному деятелю и древнерусскому полководцу Дмитрию Донскому, построено на основе документального материала с привлечением литературных и других источников эпохи. В книге воссозданы портреты соратников Дмитрия по борьбе против Орды — Владимира Храброго, Дмитрия Волынского и других.

**Старые русские города.** Справочник-путеводитель. Авт. текста и сост. альбома Г. К. Вагнер. М., «Искусство», Лейпциг, Эdition, 1980. 419 с. с илл. (Памятники искусства социалистических стран. Памятники искусства Советского Союза). 50 000 экз. 4 р.

Книга состоит из вводного исторического очерка, в котором дана общая картина развития архитектуры в наиболее значительных городах Русского государства с XII по XIX век, и альбома иллюстраций. Каждый из воспроизводимых памятников снабжен аннотацией, содержащей основную информацию.

Палант М. А. **Гроза на рассвете. М., «Московский рабочий», 1980. 224 с. 39 000 экз. 40 к.**

Документальная повесть о герое Великого Октября Георгии Ивановиче Благоразове, члене партии большевиков с марта 1917 года, делегате I Всероссийского съезда Советов, в гражданскую войну — члене первого Реввоенсовета.

Чернушов М. В. **Советский полпред сообщает... М., Политиздат, 1980. 271 с. 200 000 экз. 35 к.**

На основе советских и зарубежных архивных публикаций автор, журналист-международник, рассказывает о наиболее интересных и драматических эпизодах дипломатической борьбы 30-х годов. Книга рассчитана на массового читателя.

Ефремов А. Н. **Жертвы жестоности—дети. М., «Педагогика», 1980. 272 с.**

с илл. (Империализм: события, факты, документы). 100 000 экз. 55 к.

В книге содержится большой фактический материал о преступлениях капитализма против детей и юношества, в частности о растлевающем влиянии средств массовой пропаганды с ее культом жестокости, человеконенавистничества, расизма.

Коростылев Н. Б. **От «А» до «Я». М., «Медицина», 1980. 224 с. с илл. (Детям о здоровье). 200 000 экз. 85 к.**

Предлагаемая вниманию старшекласников книга — своеобразная азбука здоровья. Автор знакомит ребят с вопросами укрепления и сохранения здоровья и тесно связанной с этим другой проблемой — охраной окружающей среды. Много внимания уделено гигиене умственного труда, рациональному отдыху, выбору профессии, моде. Издание хорошо иллюстрировано.

Мищенко А. П. **Третьего не дано. М., «Знание», 1980. 96 с. (Прочти, товарищ!) 37 000 экз. 20 к.**

Автор очерков рассказывает о рыбодовстве в закрытых водоемах — озерах и прудах, о «великой озерной стране», как называют лесостепь Западной Сибири. Очерки написаны человеком, горячо любящим природу и болеющим за нее.

Шаталов С. Е. А. И. Герцен. **Жизненный и творческий путь. М., «Детская литература», 1980. 159 с. с фотоил. 50 000 экз. 55 к.**

В центре внимания автора — детские и юношеские годы Герцена, становление его личности. В живой доступной форме раскрывается мир идейно-творческих исканий художника и революционера, рассматриваемых в связи с ведущими тенденциями его эпохи.

Курчевский В. В. **Быль-сказка о карандашах и красках. М., «Педагогика», 1980. 144 с. с илл. 150 000 экз. 2 р. 20 к.**

Книга рассчитана на совместные занятия родителей с дошкольниками. В ней рассказывается о том, какое место в жизни дошкольника занимает изобразительная деятельность, как относиться к первым творческим удачам и неудачам, как организовать первые творческие занятия с детьми и помочь малышу выбрать необходимый изобразительный материал — на какой бумаге, какими красками, карандашами рисовать, как организовать свое «рабочее место».

ны, свидетельствует о том, что богатырский знак арундо при соблюдении определенных агротехнических требований с успехом можно выращивать в открытом грунте значительно севернее мест его естественного обитания — в Крыму, Причерноморских степях Украины, в Закарпатье, южной Молдавии, на Кубани, в степях Северо-Осетинской АССР, Восточной и Западной Грузии, Ставропольском крае и Ростовской области, в Калмыцкой АССР, Нижнем Поволжье, на полуострове Мангышлак и в южной части Каракалпакской АССР, Узбекистане и южном Казахстане. Далее к северу, примерно до широты Киев — Харьков — Волгоград, необходимо применять зимой некоторые приемы защиты корневищ арундо, в частности задерживать снег на деланках.

Выращивать злак несложно. Он не дает всхожих семян, но хорошо размножается вегетативно: кусками корневищ, свежими

стеблевыми черенками, целыми побегами (хлыстами), делением кустов. На фотографии — кусок типичного корневища длиной 10 сантиметров и весом до полукилограмма, применяемого для размножения злака. Культивирование арундо начинается с закладки маточной плантации. С этой целью выбирают места или пологие склоны, предпочтительно южные и юго-западные, желательно с легкими супесчаными или суглинистыми плодородными почвами и грунтовыми водами, залегающими на глубине один-два метра. Сажают тростник по глубоко обработанной почве в борозды или ямки, располагая растения на расстоянии полуметра одно от другого.

Введение в культуру богатырского злака арундо на юге страны принесет народному хозяйству огромную пользу. Но прежде всего он поможет сохранить на юге многие леса от преждевременного исчезновения.

# ПОЛИМЕРЫ ИЗ ПОЛИМЕРОВ

## О ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ВЕЩЕСТВ

Список полимеров, применяемых сегодня в различных областях нашей жизни, насчитывает более десяти тысяч названий. Огромная цифра подсказывает мысль, будто технологические процессы производства полимеров отличаются чрезвычайным разнообразием. В действительности развитие химической промышленности не идет по пути подобного усложнения. Лишь относительно небольшое число полимеров производится в массовом порядке, а затем за счет той или иной доработки, дополнения необходимыми компонентами их превращают в разнообразные полимеры специфического характера.

Превращение одних полимеров в другие называется их модификацией. Об этом важном направлении современной химической технологии в беседе с нашим корреспондентом Ю. Побожим рассказывает академик Василий Владимирович КОРШАК.

Академик В. КОРШАК.

### ТРЕТИЙ ПУТЬ

Знаем ли мы, что такое полимеры? Этот вопрос не так-то прост, как может показаться на первый взгляд. Широко внедрившиеся в нашу повседневную жизнь полимерные материалы и изделия из них знакомы всем. Но ведь эра полимеров только начинается, так что их сегодняшний ассортимент составляет лишь малую толику от совершенно неизвестного нам богатства полимерных веществ, которые еще будут открыты в природе и синтезированы в лабораториях.

По мере того как исследователи станут пополнять список полимеров, перспективных для практического применения, технологи будут стараться упростить и сделать единообразными способы их производства, сузить сырьевую базу этого производства до немногочисленных, доступных и дешевых природных материалов и удовлетворять спрос на полимерные вещества в основном за счет немногих, удобных для массового выпуска.

Большинство технологических процессов, используемых сегодня при производстве полимеров, представляет собою разновидность двух основных схем: это, во-первых, полимеризация, во-вторых, поликонденсация (см. рисунок на стр. 63). В обоих

случаях полимерные макромолекулы «собираются», как из структурных единиц, из молекул небольшого веса и несложного строения (оттого и называются мономерами вещества, из которых по обеим схемам делаются полимеры: греческое слово «моно» означает «один», а «поли» — «много»).

Так производится тот десяток синтетических веществ, которые почти полностью удовлетворяют основные потребности сегодняшней практики в полимерных материалах — полиэтилен, полипропилен, полистирол и так далее (см. рисунок внизу).

Что же представляют собою остальные многочисленные полимеры, не входящие в этот набор? Каждый из них выпускается в небольшом количестве и стоит подчас недешево, однако не может быть заменен никаким другим: ясно ведь, например, что на изготовление искусственного кровеносного сосуда или сердечного клапана пригодно вещество лишь с вполне определенными свойствами. Список незаменимых полимеров легко продолжить: органические полупроводники, изоляционные материалы, термостойкие вещества...

На первый взгляд может показаться, будто каждый из таких полимеров в силу своих уникальных свойств должен производиться из совершенно уникального сырья и по совершенно особой технологической схеме. Это не совсем так.

На схеме показаны некоторые из полимеров, потребляемых сегодня в особо больших количествах и потому называемых многотоннажными. Со всеми из них мы хорошо знакомы в быту. Наиболее распространенные из полиолефинов — полиэтилен (это и клеенка и упаковочный пакет), полипропилен (это пластмассовое ведро и ручка крана). Поливинилхлорид — это линолеум, искусственная кожа. Полиметилакрилат — это оргстекло. Полистирол — это расческа, футляр зубной щетки. Фенолформальдегидные смолы — это многие изоляторы, карбамидные смолы — это дверная ручка, корпус телевизора. Полиизопрен, полидивинил — основы искусственных каучуков. Полиамиды — это нейлон, напрон; полиэфир — лавсан; полиакрилонитрил — это нитрон, орлон.





Возьмем для примера такие полимерные материалы, как ионообменные смолы (иначе говоря, иониты), широко применяемые в очистных процессах. Когда сквозь такую смолу пропускают жидкости сложного состава, она поглощает из потока те или иные молекулы. Такую поглощающую способность полимеру придают определенные функциональные группы атомов, прикрепленные к его макромолекуле. Природа самой макромолекулы при этом особого значения не имеет, так что на роль носителя функциональных групп вполне пригоден какой-либо из массовых полимеров — скажем, полистирол.

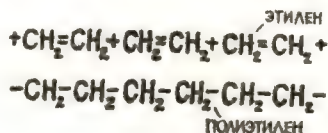
Точно так же дело обстоит со многими другими редкими полимерами. Стоит ввести в полимерную макромолекулу сопряженные (то есть двойные, регулярно перемежающиеся с одинарными) связи, как та приобретает электропроводность. Стоит привесить к ней атомы хлора, и она становится способной накапливать электрические заряды, а это предпочтительно для веществ, идущих на изготовление печебного белья. Здесь, как мы видим, огнь не оговаривается, какая молекула оснащается нужными деталями. А это значит, что при таком оснащении за основу можно брать полимеры, производимые в массовом порядке, и ценой относительно несложной доработки, дополнения необходимыми деталями превращать их в разнообразные полимеры специфического характера.

Эти примеры неплохо иллюстрируют суть третьего (наряду с полимеризацией и поликонденсацией) направления в производстве полимеров, называемого модификацией.

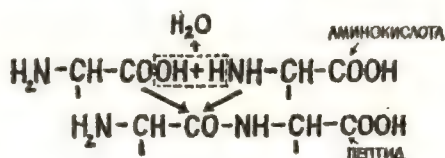
Модификация — это, говоря предельно кратко, превращение одних полимеров в другие. А если подробнее, под модификацией понимается всякий такой процесс, в ходе которого исходный полимер подвергается физическим или химическим воздействиям и в результате превращается в новый полимер, имеющий иное химическое строение, а стало быть, иные свойства.

Термин «модификация» еще не имеет столь широкой известности, как, например, та же «полимеризация». А между тем модификационные процессы давностью и широтой своего применения не уступают прочим способам производства полимеров. Еще в 1832 году французский химик А. Бракконо, действуя азотной кислотой на хлопок, получил нитроцеллюлозу. В дальнейшем разрабатывались все новые модификационные процессы, которым подвергались целлюлоза и другие природные материалы, используемые человеком, приобретая свойства, более выгодные с точки зрения их переработки. Каучук, крахмал, различные белки — все они, когда служат

сырьем для промышленности, так или иначе подвергаются модификации, поскольку по своим природным свойствам лишь в редких случаях удовлетворяют в желательной степени требованиям практики. Пример на этот счет нетрудно извлечь из повседневного опыта: приготовление крахмального клейстера. Порошком натурального крахмала клеить невозможно, но стоит обработать его горячей водой — и белый рассыпчатый порошок превращается в темную вязкую жидкость с клеящими свойствами. Строчка из инструкции к клею БФ-2, где рекомендуется вести склейку при нагревании, дает пример еще одного знакомого многим по опыту модификационного процесса: нагрев изменяет структуру клея и повышает его скрепляющую способность. Стоит заметить, что второй пример относится уже к области синтетических, а не природных полимеров: производя один синтетический полимер, путем модификации его можно потом пре-



Атомы углерода в молекуле этилена соединены двойной связью. Разрыв одной из этих связей и последующее соединение молекул обрывками связей приводят к образованию макромолекулы полиэтилена. Это пример полимеризации, когда молекула полимера получается из молекул исходного вещества (мономера) в процессе их последовательного присоединения, в большинстве случаев — за счет раскрытия кратных связей.



Каждая молекула аминокислоты на одном из своих концов несет аминогруппу  $\text{NH}_2$ , а на другом — карбоксильную группу  $\text{COOH}$ . Атом водорода первой из этих групп и гидроксил второй в ходе реакции биосинтеза объединяются в молекулу воды, та удаляется, а из аминокислотных молекул получаются молекулы пептидов. Таким же образом из пептидов в дальнейшем возникают белки. Это пример поликонденсации, когда молекулы мономера соединяются благодаря отщеплению каких-либо функциональных групп, которые дают те или иные побочные продукты.

вратить во множество других разнообразных по характеру продуктов, получить которые другими способами трудно, а то и вообще невозможно.

На сегодняшний день известно великое множество реакций, позволяющих вырабатывать из одних полимеров другие. Все эти реакции логично разбить на семь групп, каждой из которых посвящена отдельная глава статьи.

## РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ

Начнем с примеров попроще. Один из простейших по структуре полимеров — полиэтилен. Его макромолекулы представляют собой цепочки из атомов углерода, соединенных одинарными связями, и к каждому из углеродных атомов с боков присоединено по два атома водорода. Углеродная цепочка в водородном обрамлении — так образно можно описать макромолекулу полиэтилена.

Если полиэтилен растворить в дихлорэтане или четыреххлористом углероде и через раствор пропускать газообразный хлор, то атомы хлора станут замещать атомы водорода в макромолекулах полиэтилена и тот превратится в хлорированный полиэтилен.

Сходным образом протекают и другие реакции замещения: «сердцевина» полимерной макромолекулы остается неизменной, а боковые группы, образующие как бы внешнее обрамление макромолекулы, заменяются другими.

Так получают, например, иониты, о которых уже шла речь в предыдущей главе. Берется полистирол, и боковые атомы водорода в его молекуле замещаются аминогруппами  $\text{NH}_2$  или карбоксильными группами  $\text{COOH}$ .

Регулируя степень замещения, можно получать полимеры с широким спектром свойств. Обратимся для примера к реакции нитрования целлюлозы, также упомянутым в предыдущей главе. В ходе этого процесса гидроксильные группы  $\text{OH}$ , втроекратно входящие в состав каждого элементарного звена макромолекулы целлюлозы, заменяются остатками азотной кислоты  $\text{ONO}_2$ . Если замена произведена нацело, получается нитроцеллюлоза, мощная взрывчатка, известная под названием пироксилина. Однако если в каждом элементарном звене целлюлозной макромолекулы замещаются лишь две из трех гидроксильных групп, то продукт реакции никаких взрывчатых свойств не обнаруживает. Это целлулоид, вполне безопасное вещество, когда-то широко применявшееся для изготовления пленок и лаков.

Продукты реакций замещения часто сохраняют некоторые свойства полимера, взятого за основу, а сверх того приобретают свойства «прививаемого» вещества. Скажем, если к хлопку или вискозе «привить» салициловую кислоту или двухатомный фенол, известные как хорошие антисептики, то хлопковые и вискозные волокна, не утратив прядильных качеств, приобретут дезинфицирующую способность,

не исчезающую даже от частых стирок. Ткани из такого волокна очень нужны медицине. Их давно и успешно разрабатывают в Московском текстильном институте под руководством профессора З. А. Роговина.

Пример реакции замещения, а также других реакций, к которым сводится химическая модификация полимеров, читатель найдет на 6—7-й стр. цветной вкладки.

## РЕАКЦИИ СТРУКТУРИРОВАНИЯ

Южноамериканские индейцы, научившись добывать каучук из сока гевеи, нашли ему первое практическое применение: они покрывали им ткани, и те становились непромокаемыми. Перенятие европейцами, это изобретение поначалу не получило широкого распространения: каучук в жару становился клейким, а на морозе — ломким. Способ устранить эти недостатки к середине прошлого века независимо друг от друга нашли Ч. Гудьир в США и Т. Гэнкок в Англии. Каучук смешивается с серой и при нагревании превращается в резину.

Химическая сущность такой обработки в том, что атомы серы сшивают друг с другом десятки и сотни молекул каучука. Подобная сшивка именуется вулканизацией. Вызвать ее можно разными способами. К примеру, резину для прокладок в консервных банках получают из синтетического каучука, действуя на него перекисью водорода или рентгеновским излучением (сера в этом случае была бы небезопасна для здоровья). Рентгеновским излучением вулканизируют и полиэтилен — так из него получается хороший изоляционный материал. Нагреванием вулканизируют поливиниловый спирт, предварительно наполнив им пространство между сложенными листами стекла — ломтики стеклянного «бутерброда» при этом крепко склеиваются, и образуется так называемый триплекс, из которого изготавливают стекла, не дающие осколков.

В каждом таком случае из линейных полимерных молекул образуется сложная пространственная структура. Потому реакции подобного типа и называются реакциями структурирования. Их продукты отличаются пониженной растворимостью, повышенной прочностью и теплостойкостью по сравнению с исходными полимерами.

## РЕАКЦИИ ДЕСТРУКЦИИ

Отчего изнашивается одежда? От многократных перегибов, которым во время носки подвергается ткань, от воздействия кислорода и водяных паров. Все это способствует разрыву нитей, образующих ткань, а если смотреть глубже — разрыву полимерных макромолекул, из которых состоят нити.

Разрушение (или, как говорят специалисты, деструкция) полимеров в подобных случаях наносит ущерб. Но она может быть и полезной.



У многих природных полимеров (скажем, каучука или целлюлозы) молекулы так велики, что в первозданном виде перерабатывать эти вещества очень нелегко. Тут и приходится на помощь деструкция. Каучук подолгу вальцуют, и тогда он становится пластичным, текучим. Целлюлозу вымачивают на воздухе в окисляющих реактивах, и тогда ее растворы становятся менее вязкими, легче продавливаются сквозь фильеры при производстве искусственных волокон. В обоих случаях эффект обработки обусловлен разрушением полимерных макромолекул на отрезки меньшей длины.

Путем деструкции нередко модифицируют и синтетические полимеры. Дело в том, что в процессе производства их молекулам не всегда удается сразу придать нужную длину. Разрушаясь, они укорачиваются до желаемых размеров.

Наконец, деструкция позволяет эффективно решать проблему отходов полимерного производства. Макромолекулы полимеров, распадаясь на элементарные звенья, превращаются в исходное сырье, в мономеры, которое снова можно запустить в производственный процесс.

### РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

На тему о том, как химия помогает спорту, можно привести немало примеров. Общеизвестно, что шесты из стеклопластика позволили прыгунам с шестом штурмовать недостижимые прежде высоты. Но, как говорится, выше залетишь — больней падать. Взлетев над планкой, спортсмен должен быть уверен в мягкой посадке. Ее обеспечивает еще один дар химии спорту — маты из вспененного полиуретана.

Сфера применения полиуретана широка — это мягкая обивка кресел, подошвы для обуви, заменители кожи, очень удачно имитирующие ее... Широкая потребность в полиуретане заставляет искать наиболее экономичные способы его производства. Один из таких способов традиционный — сополимеризация диизоцианатов с гликолями. Другой, более выгодный, — модифицировать полиэфир, присоединяя к ним диизоцианаты.

Реакции присоединения — еще одна группа процессов модификации полимеров. Молекулы исходного полимера или присоединяемого к нему вещества при этом должны содержать двойную связь: ее разрыв и делает возможным присоединение.

Одна из простейших реакций такого типа — хлорирование каучука. Там, где в его макромолекулах атомы углерода соединены двойной связью, одна из этих связей рвется и к обрывкам присоединяются атомы хлора. В результате каучук становится более жестким и тугоплавким.

Еще один пример полимера, модифицированного с помощью реакции присоединения, — вискоза. Ее получают из целлюлозы путем обработки сероуглеродом. Но это заключительная стадия процесса. Сначала целлюлозу обрабатывают в растворе едкого натра. При этом происхо-

дит уже знакомый нам модификационный процесс — замещение: натрий замещает водород в одной из гидроксильных групп, входящих в состав элементарного звена макромолекулы целлюлозы, и получается так называемая щелочная целлюлоза (см. цветную вкладку). Затем еще один процесс модификации, знакомый нам по предыдущей главе, — деструкция: целлюлозу для этого окисляют на воздухе. И уже затем ее обрабатывают сероуглеродом. Одна из связей, соединяющих в его молекуле углерод с серой, рвется, и сероуглерод вклинивается в молекулу щелочной целлюлозы между атомами углерода и натрия. В результате нерастворимая целлюлоза превращается в растворимую вискозу, которая идет на производство волокон для разнообразных тканей.

### РЕАКЦИИ ОТЩЕПЛЕНИЯ

Издавна считалось, что углерод способен образовывать лишь две макромолекулярные (и притом пространственные) структуры — графит и алмаз. В 1964 году группа советских исследователей, возглавляемая автором этих строк, заявила о синтезе карбина — линейного полимера углерода, в макромолекулах которого углеродные атомы соединяются в цепочку либо двойными связями (бета-карбин), либо так, что одинарные связи чередуются с тройными (альфа-карбин).

В плане разговора о методах получения полимеров этот пример интересен не только сам по себе, но еще и тем, что неизвестное доселе вещество было получено модификацией хорошо известного ранее поливинилиденхлорида. От макромолекулы исходного полимера отрывались атомы хлора и водорода, которые затем соединялись в молекулы хлористого водорода, а обрывки связей, замыкаясь, образовывали двойные и тройные связи.

Описанный способ модификации — отщепление — как видно, противоположен разобранному в предыдущей главе. Применяется он в разнообразных вариантах, которым присущи, однако, некоторые общие особенности. Отщепляющиеся атомы и группы атомов, как правило, объединяются в молекулы летучих веществ — воды, аммиака, водорода, хлористого водорода. Если в результате отщепления образуются кратные связи, то вещество темнеет и повышает свою электропроводность. Бывает и так, что отщепление приводит к образованию циклических группировок атомов. Благодаря этому вещество приобретает повышенную прочность и термостойкость. Примером здесь может послужить полиакрилонитрил, из волокон которого получают заменители шерсти. Если его сильно нагреть, то от него отщепляется водород и элементарные звенья его макромолекул свиваются в шестичленные кольца, состоящие из двух с другим сторонами. Волокна из модифицированного таким образом полимера прочны на разрыв и не распадаются при нагреве до температур в несколько сот градусов Цельсия.

## РЕАКЦИИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ

Из семи основных приемов модификации полимеров пять уже рассмотрено нами. Осталось два. И тот и другой существенно отличаются от разобранных до сих пор.

Во всех реакциях модификации, упомянутых по ходу предыдущего рассказа, получаемый полимер в большей или меньшей степени отличался по составу от исходного. Известны, однако, и такие процессы модификации, когда состав полимера остается прежним, изменяется лишь структура его макромолекул. Иными словами, полимер-сырье и полимер-продукт — это вещества-изомеры. Потому такие процессы и называются реакциями изомеризации. Для их проведения на исходный полимер воздействуют, как правило, сильным нагревом и сжатием.

Именно в таких условиях происходит превращение графита в алмаз (оба вещества, как известно, состоят из углерода). Еще один пример изомеризации — превращение альфа-карбина в более устойчивый бета-карбин. Третий пример того же рода — изомеризация полиэтиленмалеината в полиэтиленфумарат (см. цветную вставку). Различие в структурах их макромолекул едва заметно, и тем не менее второй полимер тверже, его термостойкость выше на несколько десятков градусов.

## ОБМЕННЫЕ РЕАКЦИИ

Модификационные процессы, о которых нам предстоит поговорить напоследок, образуют совершенно особую группу. Если в разобранных прежде примерах мы исходили из единственного полимера и приходили к полимеру с той же структурой цепи, то сейчас речь пойдет о реакциях между двумя полимерами различной природы, в результате которых полимерные макромолекулы обмениваются своими кусками. Отсюда и название таких процессов — обменные реакции. Обмен приводит к тому, что образуется полимер, состоящий из макромолекул, которые содержат элементарные звенья обоих исходных полимеров.

Читатель, сведущий в химии, может заметить, что тот же результат можно получить, полимеризуя два различных мономера. Продукты таких реакций называются сополимерами. Таким образом, обменные реакции — это своеобразный метод сополимеризации, во многих случаях более выгодный, чем традиционные методы.

Уместен вопрос: как распределяются звенья различной природы в полимере, полученном с помощью обменной реакции? Оказывается, здесь реализуются две основные возможности. Первая: звенья чередуются без всякого порядка. Такой сополимер называется статистическим. Вторая возможность: по всей длине макромолекулы сополимера определенное количество звеньев одного вида попеременно сменяется определенным количеством

звеньев другого вида. Такие полимерные вещества называются блок-сополимерами. Статистические сополимеры отличаются лучшей растворимостью, большей эластичностью и легкоплавкостью, для блок-сополимеров, напротив, характерна повышенная прочность и теплостойкость. От чего же зависит, какого характера сополимер получится в результате обменной реакции? Часто от того, как долго шел процесс. Рассмотрим здесь ради примера, как изменяется состав реакционной смеси в ходе обменной реакции между двумя полиамидами. В начальный момент, естественно, имеется лишь смесь исходных полимеров. Через два часа она почти нацело превращается в блок-сополимер, однако затем реакционная смесь постепенно превращается в статистический сополимер. Благодаря этому возможно, прерывая процесс на той или иной промежуточной стадии, получать полимеры различного строения с различными свойствами.

Приведенный пример позволяет продемонстрировать выгоды обменных реакций. Если получать сополимеры полиамидов путем поликонденсации, то в качестве исходных мономеров приходится брать диамин, весьма токсичные вещества. А для того чтобы описанного процесса сырья могут служить отходы полиамидного производства, и весь процесс будет заключаться лишь в перемешивании и нагревании реакционной смеси. Это и безвредно и экономично.

Описывая каждую из реакций модификации, мы ради простоты и четкости не отмечали, что ее течение может отклоняться от изложенной схемы. Например, если речь идет о замещении, присоединении или отщеплении атомов, то оно может быть неполным и нерегулярным, если о деструкции — то макромолекулы могут разрушаться далеко не на равные части и т. п. Во всяком полимере, полученном путем модификации, возможна примесь макромолекул не совсем того строения и состава, которые планировались. Спектр всех отклонений от намеченного идеала очень трудно поддается учету и регулированию, поскольку его сильно разнообразят даже небольшие изменения в условиях протекания процессов и в параметрах исходного сырья. Часто, беря исходный полимер с разных заводов, получают продукты, очень заметно различающиеся по свойствам.

Короче говоря, реакции модификации не так-то просты. Но как бы ни были они сложны для промышленного освоения, это не умаляет их основных достоинств: они позволяют получать широкий ассортимент полимеров более экономичным, более предпочтительным во многих отношениях путем, нежели с помощью полимеризации и поликонденсации.

Именно поэтому можно ожидать, что в недалеком будущем центр тяжести синтетической химии полимеров будет перемещаться из области процессов полимеризации и поликонденсации в область модификационных реакций.



# СРЕДИ СКАЛ И ОЗЕР БАЯНАУЛА

В. БУРЕНКОВ (г. Алма-Ата).

Баянаул, как зеленый оазис, расположен посреди скупой на краски, суровой павлодарской степи. Едешь, едешь, а вокруг все земля ровная, как стол. И вдруг на горизонте вырастают горы разнообразной причудливой формы. Среди каменных круч — синяя вода прозрачных озер. Родники с ключевой водой. Сосновые боры. И еще пещеры, гроты...

Вот что писал в 1926 году один из исследователей Баянаула, профессор Омского сельскохозяйственного института Петр Людовикович Драверт: «Здесь... вырастают во всей красе всевозможные обелиски, золотые пальмы, столбы, грибообразные и качающиеся камни, гроты, башни и другие памятники, создаваемые природой в непрерывных процессах разрушения его своих произведений». Да, скалы здесь очень интересны. Скала Кемпир-Тас, что в переводе означает Старуха-камень, по своей форме напоминает голову ведьмы, бабы-яги. Острый крючковатый нос, злой большой рот, удивленный и настороженный глаз, приподнятое плечо. Еще одна огромная гранитная фигура — Сфинкс. Голова, сильные лапы, могучая грудь — все «вылеплено» из огромных гранитов.

На скалах и по берегам озер растут здесь очень своеобразные сосны. Деревца как бы распластываются по склонам. Причудливо изогнуты стволы, у корня темные и только ближе к кроне желто-золотистые.

Невысокие, но частые рощи ольхи, как и сосняки, тоже характерны для здешнего пейзажа. Местная ольха низкорослая, густо поднимается над землей. Поэтому чаще всего тропинки идут, огибая ольшаники.

Черемуха здесь растет целыми рощами. Невысокие деревья с темными стволами обычно поднимаются по склонам низин, там, где находится подпочвенная вода. Весной цветущие черемухи отражаются в небольших озерах.

Когда-то из баянаульских скал выбивалось много родников. Да и сейчас их можно обнаружить в самых неожиданных местах. Но последние годы отличались жарким летом и бесснежной зимой, да и дожди были редки. Может быть, поэтому число родников резко уменьшилось. Пересохли ручьи. Чистые оконца озер стали затягиваться. А может быть, им просто не хватает заботы человеческих рук?

Центр Баянаульского района расположился на берегу озера Сабындыколь. Его площадь — 2400 гектаров. Особенно запоминается озеро перед заходом солнца. Сидишь на скалах, которые названы «Каменными перинами». Гранит тверд, приятно холодит ладони...

Есть здесь и писаницы, каменные гробы, древние курганы, вырастающие вдруг из зарослей кустарников, полуразрушенные каменные кладки, возведенные неизвестными людьми.

Чтобы сохранить и разумно использовать богатые, неповторимые дары баянаульской природы, Совет Министров Казахской ССР утвердил программу разработки технико-экономического обоснования Баянаульского государственного парка. Программа рассчитана почти на двадцать лет.

Баянаульский государственный парк охватит своими границами площадь в пятьдесят тысяч гектаров. В это «государство чистой природы» войдут озера Са-

бындыколь, Джасыбай, Торайгыр, несколько совсем маленьких озер и речушек. Вся территория будет разделена на три зоны — заповедная, отдыха и туризма, производственная. Одна десятая часть будет открыта для организованных туристов.

Современные гостиницы, кемпинги, службы автосервиса. Будет построено обводное асфальтовое шоссе, проложен специальный водовод от канала Иртыш — Караганда. Всего же на строительство Баянаульского парка государство выделяет тридцать миллионов рублей. Большая часть этой суммы будет затрачена на реконструкцию лесов.

На территории будущего парка уже поработала изыскательская партия, которая изучила и составила карту пригодности почвенных земель с целью выращивания новых лесов. Устроителям нового парка предстоит решить целый комплекс вопросов. Ограничиться ли посадкой тех видов деревьев, что испокон веков встречаются в местных краях, или есть смысл попробовать и новые? Не нарушит ли это естественного равновесия в экологии Баянаула, как отразится на водоснабжении, распространении и миграции животного мира?

Все эти вопросы решаются и будут решаться сотнями людей, объединенных десятками организаций и научных учреждений.

НАУКА И ЖИЗНЬ

БЮРО СПРАВОК

О природе Казахстана постоянно рассказывают книги издательства «Кайнар» («Источник»). Только за последние годы вышли в свет «Грибы», «Целебные травы», «Дары природы», «Красная книга Казахской ССР», «Солнечные маршруты года».

Книга В. Буренкова «Баянаул» вышла в новой серии, рассказывающей о природных районах республики. Вскоре появятся на прилавках «Прииртышье», «Мангышлак», «Карнаралы», «Марнаколь». В планах издательства — «Семиречье», «Туркестан», «Балхаш», «Сырдарья», «Кургальджин» и другие.





## ВОТ ЭТО ПАУКИ!

Доктор биологических наук П. МАРИКОВСКИЙ  
(г. Алма-Ата).

Могут ли пауки—завзятые хищники, не терпящие соседства с ближним рода своего, одиночные охотники и истребители самых разнообразных насекомых, — жить обществом? В Южной Америке и Южной Африке известно несколько видов пауков, выплетающих совместные тенета. А я обнаружил таких пауков в нашей стране.

Впервые я их увидал в пустыне на озерах Алакуль, Сассыкуль и Балхаш. Меня тогда поразило обилие небольших сереньких пауков на прибрежных кустах, сплошь обвитых паутиной. Прошло много лет. Узкое

ущелье Капчагай, через которое протекала река Или, перегородили плотиной, и возникло большое водохранилище. В первые годы существования искусственного озера его берега были совершенно голыми. Местами вода подмыла холмистые берега, образовав крутые обрывы, сложенные из щебня, гальки и песка. Сплошь увитые паутиной, они блестели на солнце, будто тщательно укутанные шелковым покрывалом. В паутине бродили пауки, которых я ранее встречал вдоль берегов озер пустыни, тут же находились их многочисленные коконы. Это было одно

сплошное коллективное убежище с многими тысячами, сотнями тысяч жителей. Здесь для пауков нашлась обильная пища: в новом водоеме очень быстро размножились крупные ветвистые комарики. Вылетая из куколок, обитающих в воде, они искали пристанища на берегу и находили его только на обрывах, так как вокруг не было никакой растительности. Шелковое покрывало обрывов все было усеяно комариками.

Появление ветвистоусых комариков повлияло на судьбы многих обитателей пустыни. На берегах водохранилища размножилась прибрежная уховертка и местами изрешетила берега своими норками. По кромке воды регулярно патрулируют жуки-чернотелки.

Заинтересовавшись пауками, я некоторое время посвятил их изучению, а разобратся предстояло во многом. Почему, например, на одних обрывах пауков оказалось много и берега сверкали паутиным покрывалом? Отчего в новой дельте реки Или, а также в некоторых районах берега озера пауков было очень мало и порядок их жизни был другим? Как возникла общественная жизнь пауков и, главное, какие существуют правила общежития в этом коллективе хищников? Было интересно познакомиться с повадками пауков, со способами, которыми они овладевали добычей. Вооружившись лупой и терпением, я часами просиживал на pohodном стульчике возле кустов, опутанных паутиной. Постепенно разрозненные наблюдения сложились в стройную систему связанных друг с другом явлений.

Рано утром наша палатка и машина сверкают тончайшими паутинками. Покрывы ими и кусты тамариска, ивы, травы зеленой прибрежной полоски и сухие кусты пустыни. Солнце поднимается над горизонтом, и паутинки становятся невидимыми.

Паутинки принадлежат паучкам — малышам и подросткам. Они, движимые инстинктом расселения, разлетаются во все стороны. Подавляющее большинство



не найдет для себя привычной обстановки и погибнет. Но ведь именно ими и были сперва заселены берега озера. Прежде на хорошо мне знакомых берегах реки Или не было этих пауков.

Интересно проследить судьбу малышей странников, их первые поселения, узнать, как им, одиночкам, живется вначале. Я еду в верховья Капчагайского водохранилища, туда, где впадает река Или. Здесь нет комариков звонцов. Река для них чем-то непригодна, им необходим простор большого озера. Зато есть звонцы другого вида, совсем крошечные.

Я тщательно осматриваю кустики тамариска, густые заросли каспийской карелинии. Паучки есть, но очень мало. Вот несколько самок на одном кусте. Тенета их почти не соприкасаются. Тут же вместе с ними молодые паучки. Кое-где я вижу идиллию согласной семейной жизни: рядом с толстой паучихой собралась семейка крошечных детенышей. Они мирно окружили небольшую муху, попавшую в тенета. У другой матери среди малышей затесался один побольше. Молодежь постарше не участвует в семейной трапезе, им, наверное, полагается самим добывать пропитание. Но больше всего поражает, что все, даже молодые пауки строят настоящие аккуратные круглые тенета и каждый хозяин ловчей сети сидит в самом ее центре, ожидая появления добычи.

Итак, вроде бы там, где добычи мало, в первопоселениях, пауки живут семьями, каждый строит тенета, а мать кормит своих крошек, вышедших из яиц.

Теперь я спешу в многомиллионное пауциное скопище, по пути заглядываю на самые высокие обрывы. Они сверкают шелком паутины. Среди цепочки обрывов в небольшом логе, подходящем к озеру, сохранилось деревце лоха. Но какое оно необычное! Со всех сторон увешано темными плотными гирляндами из скоплений паутины и трипиков комариков. Я отрезаю небольшую ветку. Она весит несколько килограм-

мов. Здесь тысячи, миллионы комариных трупов.

А вот и конец цепочки обрывов. Рядом зеленая каемка растительности вдоль берега. На обрывах только остатки колоний. Пауки переселились на растения. Значит, вначале пауки заселили высокие обрывы и, изменив образ жизни, приспособились к обитанию на них. Теперь, с появлением береговой растительности, происходит постепенный переход к жизни на ней.

Здесь паучий рай и все оплетено паутиной с погибшими в ней комариками.

Я приглядываюсь к паукам. Какие они разные! На спинке две полоски. Они то широки, то узки, то черные, то коричневые. Вариацши окраски самые разные. Еще раз разглядываю жителей паутиног дворца и вижу только что рожденных паучат, паучат покрупнее — малышек, паучков-подростков и юношей, степенных самок и небольших самцов. Ротовые придатки самцов, так называемые педипальцы, на концах вздуты, похожи на руки боксера, одетые в перчатки.

Обычно каждый вид паука имеет строго обусловленный порядок развития. В сезон все паучье племя развивается одновременно, поэтому в какой-то период в природе встречаются или все маленькие паучки, а через некоторое время — взрослые. Раздобой нетерпим. Особенно важно появиться в одно и то же время всем взрослым, чтобы облегчить им встречу друг с другом. Здесь же, на озере, природа пренебрегла этим правилом. Добычи масса, пауков тоже много, разнотой уместен, беды не будет.

Каждый куст — общий дом. Тенета расположены без всякого плана. Впрочем, не всегда. Отъединившиеся в сторону малышки все же плетут крошечные круговые тенета. В них инстинкты предков, видимо, сильнее, чем у взрослых. Сети располагаются по периферии куста, но не вертикально, как положено в племени пауков-тенетников, а горизонтально: падающий из

поя сверху комарик так скорее попадет в расставленные ловушки. И еще одно правило: круговые тенета сооружаются почему-то только ночью, может быть, когда затихает ветер.

А в общем, везде одна сплошная общая паутина. Ею опутано все. Каждый член общества может свободно передвигаться во всех направлениях, всюду есть дорожки. Ну и, конечно, по паучьим правилам каждый, передвигаясь, тянет за собою паутинку, особенно там, где общие дорожки малы.

Сколько я ни всматриваюсь в скопище пауков, нигде не вижу разделения на отдельные семьи. Они растворились в этом большом государстве. Выходя из коконов, паучата, не зная родителей, тотчас переходят на общественное содержание за исключением разве только тех, кто отправился путешествовать на паутинках по воздуху и дальние края. Они первооселенцы, будто семена растений.

Голые веточки тамарисков, торчащие среди зарослей каспийской карелинии, усеяны толстенькими самочками. Паучихи прижались друг к другу боками, как поросята возле матки, греются на солнце. Кому из натуралистов приходилось видеть такое!

Я засаживаю в полулитровую банку более сотни пауков самого разного возраста. Теперь я все-таки увижу столь неприменную для паучьего племени картину каннибализма. Но и в тесном помещении мои пленники быстро сплели общую паутину и без пищи, голодные, мирно прожили несколько дней, а потом благополучно доехали и до города. Мне подобная картина кажется чудом. Кроважидные хищники, для которых весь мир разделен на добычу и на врагов, и вдруг столь мирная идиллия совместного пребывания и отдыха от житейских забот.

Среди кустов не видно коконов. Зато на обрывах

они хорошо заметны, собраны в скопления и внешне напоминают большой комок перьяшливой шелковой пряжи. В кустах они тоже есть, также сплетены в общие пакеты, но располагаются в самых укромных местах в гуще паутины у основания кустов. В таком месте безопаснее рождаться паучатам, не страшна и непогода и резкие смены температур. Сюда же прячутся пауки на время линьки, когда они совершенно беспомощны.

Пауки, в общем, осторожны. При грубом прикосновении к паутине прижимают к телу ноги, падают вниз, одновременно выпуская для страховки паутинку. Шаровидное тельце легко проскакивает сквозь густое переплетение тонких нитей. Но они гораздо менее осторожны, чем те, которые живут небольшими скоплениями. Тут сказывается царящий в природе закон: чем меньше численность животных, тем больше они дорожат своей жизнью, и наоборот.

Добычи много. Комарики постоянно падают в тенета, трепещут в них, пытаются освободиться из плена. Пауки прекрасно разбираются в тонкостях сотрясения паутины. Ветер раскачивает трупики комариков, висающие на тенетах, — на это никакого внимания. Но как только комарик попадет в сеть и попытается выбраться из нее, к нему со всех сторон мчится разновозрастная компания хищников. При первых признаках опасности комарик замирает. Он может притворяться часами, а потом, неожиданно вспорхнув, вырваться на волю. Жестокий отбор выработал эту черту поведения, рассчитанную на консервативную особенность психологии пауков: они совершенно равнодушны к неподвижной добыче.

Если комарик осторожен и продолжает притворяться, группа обманутых охотников расходится во все стороны. Но достаточно одному из хищников атаковать добычу, как притворство исчезает. Комарик, защищаясь, пытается вырваться — действует безотказно пау-



чий автоматизм, и участь добычи решена.

У каждого вида паука существуют свои собственные, отлично отработанные правила нападения на добычу. Например, паук Агедена лабиринтика, плетущий тенета в виде трубы старинного граммофона, как только на его ловушку случайно запрыгивает беспечная кобылка, выскочив из логова, кусает добычу и, отскочив в сторону, ждет. Яд этого паука действует на насекомых молниеносно. Погибшую жертву паук затаскивает в логово. Паук Аргиопа лобата, плетущий красивые круговые тенета, хватая добычу ногами и крутит ее, как веретено, оплетая ее широкой полосой крепкой паутинной пряжи. Через несколько секунд добыча тесно спеленута и беззащитна. Ядовитый паук каракурт, выскочив из своего темного логова, на ходу выбрызгивает на добычу капелюшку липкой жидкости, сковывая ее движения, потом осторожно прикрепляет нити к жертве, постепенно поднимает ее на тенета, и, лишая опоры, осторожно кусает.

Наш паук многолик. У него приемы охоты до край-

ности разнообразны, хотя и можно подметить несколько неизменных правил.

Если паучок мал, он очень осторожен и при малейшем сопротивлении комарика отскакивает в сторону. Потом тихонько подбегает и пытается укунить одну из длинных ног, торчащих во все стороны. Вообще малышки значительно различаются по поведению. Есть среди них смельчаки, есть и отъявленные трусишки. Но как бы там ни было, они всегда улучают момент и, пока старшие заняты нападением на добычу, успевают к ней присосаться. На паучков-малышек не обращают внимания. Их не полагается трогать. Таков изумительный этикет в этом обществе миролюбивых хищников. Есть паучки, которые смело бросаются на спину комарику и, усевшись между крыльев в самом безопасном месте, запускают в тело челюсти. Цепляться за колючик брюшка молодому охотнику не полагается. Комарик, успев вырваться, улетает вместе с паучком, и такие случаи нередки.

Взрослые пауки разделяются с комариком просто. Лишь бы успеть схватить его крепче да забраться на его спину.

Чаще всего после того, как свора охотников завладела добычей, участники баталии около минуты сидят неподвижно. Как только добыча обезвужена, самый сильный и резвый разгоняет слабых, и те без особого сопротивления откладываются от своих прав.

Разбой на тенетах существует повсеместно, и не потому ли крупные пауки, не гтая особенных сил, отходясь ночью, на день уходят на покой в укромные места, а недоедающая молодежь должна продолжать дневную охоту.

Но как относительны наши суждения! Быть может, для молодежи таков порядок ползень? Крупные пауки-производители нуждаются в обильной еде, к тому же пропитания хватает всем.

Казалось, на этом можно и закончить описание жизни этого удивительного на-



рода, если бы не самые разные особенности поведения, не укладывающиеся в описанную здесь схему. Вот примеры.

Несколько паучков-подростков совместно убили комара, один из них стал разгонять других, но ему сопротивлялись. Тогда он поспешно откусил несколько нитей, на которых висела добыча, и с нею вместе упал на землю, оставив ни с чем конкурентов.

Паучок убил комара, опутал его и оставил в покое, удовлетворив азарт охотника-добытчика. На добычу никто не обратил внимания, никого не оказалось поблизости, даже малыша. Вообще все паучки умеренны в еде, но неумеренны в охоте.

Паучок-юноша убил комарика. Сбежались паучки-малышки. Владелец добычи всех разогнал, только оставил того, который уселся на спине. То ли не заметил, то ли все же не полагалось трогать одного.

Несколько паучков-юношей совместно убили комарика, вместе дружелюбно уселись на него. Подползли другие пауки, но, как бы убедившись, что за обеден-

ным столом и без того много участников, удалились.

Комариком завладела взрослая самка. Остальные паучки, помоложе, толпились рядом, не решаясь принять участие в еде.

Несколько паучков-юношей убили комарика, к ним подсели паучок-подросток и малышка. Подбежала большая самка, покрутилась и ушла. Так же поступила самка возле кучки паучков-малышек, овладевших комариком.

А вот и очень редкий случай. Кучка паучков-малышек дружно напала на комарика и осилила его. Неожиданно появился паучок-юноша, разогнал крошечных своих собратьев, сам завладел добычей. В семье не без урода!

Подобных примеров можно привести множество.

Чем обусловлены вариации поведения, какие причины вызывают их проявление, ответить на это трудно. Общественный образ жизни этих крошечных созданий остается во многом загадочным.

Пришла пора расстаться с моими паучками, я прощаюсь с большим зеленым водохранилищем, с желтой пустыней и лиловыми Чу-

лакскими горами, прощаюсь с тихой осенней природой, тишиной и покоем и, сядя за рулем машины, продолжаю думать о паучках.

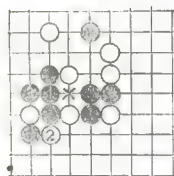
Удивительно их общество! Среди его членов нет раздора и никто никогда ни при каких случаях не лишает жизни своих соплеменников. Все же основой его явилась, как и у других общественных беспозвоночных — пчел, муравьев, термитов, ос, — семья. Ее возникновению способствовало изобилие пищи.

Есть ли разделение труда в этом обществе? В какой-то мере да. Самки и самцы заняты воспроизведением потомства, паучкам-малышкам полагается расселяться по земной поверхности, занимать места, пригодные для жизни вида, паучки-юноши — самые активные охотники, они же невольные прокормители своих слабых и старших собратьев. Члены общества строят совместное жилище-ловушку, все вместе, хотя и косвенно и не без соперничества, помогают друг другу в охоте и пропитании. Наверное, есть что-либо и другое, характерное для образа жизни этого маленького народа.

## КОНКУРС ЗАДАЧ ПО ШАШКАМ РЭНДЗЮ

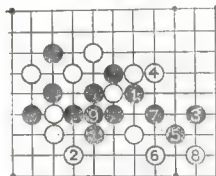
(Ответы на задачи, опубликованные в № 9, 1980 г.)

№ 1

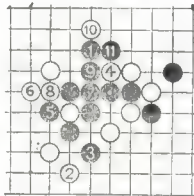


Задача 1. Черные смело занимают пункт 1, так как только вертикальный ряд из трех шашек — полушах. Горизонтальный может дать лишь фол 4—3—3 в пункте X. Если 4-м ходом белые закроют полушах черных, образованный по диагонали, те достроят «пятерку» в пункте X. Фол в таких случаях, как вы знаете, не бывает.

№ 2



№ 3

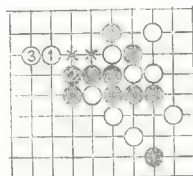


Задача 2. Она в комментариях не нуждается.

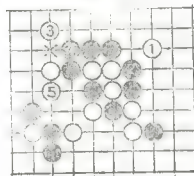
Задача 3. Белые осложняют жизнь сопернику, заставив его занять пункт 3, но при правильной последовательности ходов черные все же выигрывают.

В задачах 4—6 белые ловят черных на фол. В 4-й — двойной 3—3, в 5-й — 4—4 и в 6-й — 3—3.

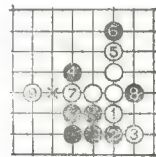
№ 4



№ 5



№ 6





# ЭКСПОЗИЦИЮ

Д. БУНИМОВИЧ.

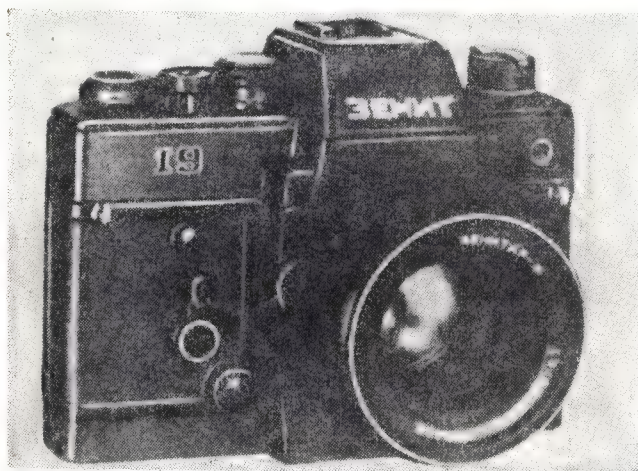
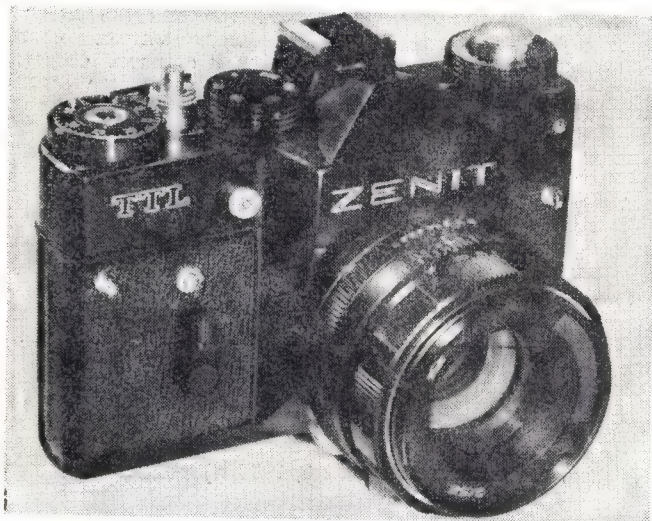
В последние годы на мировом рынке все больше появляется фотоаппаратов с экспонометрическим устройством (сокращенно — с ЭУ). Немало моделей таких аппаратов выпускает отечественная промышленность, их конструкции постоянно совершенствуются, из года в год обновляется и расширяется ассортимент. Что же это за аппараты и чем они привлекают профессионалов и любителей?

## ОТ РАСЧЕТНЫХ ТАБЛИЦ К ЭУ

Одним из важнейших условий, от которого зависит высокое качество фотоснимков, является правильная экспозиция, то есть точно дозированное количество освещения, попавшего на пленку во время съемки. Достигается это правильной установкой на фотоаппарате двух параметров: выдержки и диафрагмы. Исходными данными для расчета экспозиции служат светочувствительность применяемого фотоматериала и освещенность (или яркость) объекта съемки.

Светочувствительность с т ь фотоматериала всегда известна: она обозначена на упаковке фотопленок. Поэтому при расчете экспозиции учесть этот фактор нетрудно. Сложность состоит в правильной оценке второго фактора — яркости или освещенности объекта съемки. Оценить этот параметр на глаз с такой точностью, какая необходима для расчета экспозиции, очень трудно. Вот почему основной причиной получения технически неполноценных, а то и просто негодных фотоснимков являются ошибки в экспозиции.

Отечественные фотоаппараты с ЭУ: «Зенит-16», «Зенит-ТТЛ» и «Зенит-19».





# УСТАНАВЛИВАЕТ АВТОМАТ

● ЧЕЛОВЕК  
С ФОТОАППАРАТОМ

На протяжении почти всей истории фотографии практика постоянно требовала вспомогательных средств для расчета экспозиции, но техника прошлых лет долгое время ничего в этом смысле предложить не могла. Не было самого главного — критерия светочувствительности фотоматериалов и единиц ее измерения. И, хотя фотография была изобретена в 1839 году и в том же году стала практически применяться во многих странах, первые, еще весьма несовершенные средства расчета экспозиции появились лишь сорок лет спустя.

Вначале это были просто расчетные таблицы выдержек, составленные на основании многочисленных опытных данных, полученных при съемке различных объектов, на фотоматериалах разной светочувствительности, с разной диафрагмой, в разную погоду, в разное время года, месяца и дня. Позднее появились более удобные подвижные расчетные таблицы — калькуляторы выдержек, также построенные на опытных данных. Они выпускаются и сейчас и имеются на некоторых современных фотоаппаратах (например, на камере «Киев-30»). Однако все эти средства не претендуют да и не могут претендовать на точность показаний.

Лишь в тридцатых годах с развитием электронной техники был разработан принципиально новый, совершенно объективный способ замера яркости с помощью фотоэлементов. На мировом рынке появились наиболее точные фотоэлектрические экспонометры и в их числе первый советский экспонометр «ФЭД». Современные отечественные фотоэлектрические экспонометры «Ленинград», «Свердловск» и другие представляют собой приборы высокого класса точности и позволяют измерять как общую (интегральную) яркость снимае-

мого объекта, так и локальную яркость сюжетно важных его деталей, например, лица человека при портретной съемке. Ими можно мерить и яркость (отраженный от объекта свет) и освещенность (падающий на объект свет). И, что особенно важно, они дают ответ в виде ряда сочетаний выдержка-диафрагма, отвечающих одной и той же правильной экспозиции. Например, такой ряд:

Выдержка (с)	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
Диафрагма	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16

Это позволяет в зависимости от характера съемки выбрать оптимальное из имеющихся сочетаний. При съемке движущихся объектов (спортивные соревнования, транспорт на ходу, играющие дети и т. д.) выбирают сочетание с короткой выдержкой с тем, чтобы получить четкий, «несмазанный» снимок. Если же объект имеет протяженность в глубь пространства (интерьеры, архитектура, пейзажи с передним планом) и важно получить на снимке резкое изображение дальних и ближних планов, то выбирают сочетание с малой диафрагмой. Таким образом, фотоэлектрические экспонометры дают возможность творчески решать экспонометрическую задачу. И в этом их неоспоримая ценность.

С появлением фотоэлектрических экспонометров проблема точного расчета экспозиции практически была решена. И тогда же возникла мысль встроить экспонометр в фотоаппарат. Первой такой отечественной конструкцией была камера «Киев-4», выпущенная в 1957 году. Позднее появились и другие аппараты подобного типа.

Но более заманчивой и перспективной оказалась другая идея — соединить фотоэлектрический экспонометр с затвором и диафрагмой так, чтобы фотоаппарат сам устанавливал экспозицию во время съемки.

И, хотя ее практическое осуществление оказалось делом далеко не легким, конструкторы успешно справились с задачей и создали целый ряд моделей фотокамер с экспонометрическим устройством.

Первым из таких аппаратов была экспериментальная камера «Супер-Кодак-6-20» (США), сконструированная в 1938 году. Однако она оказалась недостаточной совершенной и не была

пущена в производство. Серийный, а затем массовый выпуск фотоаппаратов с ЭУ начался в 1959 году. На состоявшейся тогда международной выставке фотоаппаратуры в Брюсселе была показана и первая экспериментальная отечественная камера с ЭУ «Комета» (серийно не выпускалась).

Спустя пять лет на мировом рынке насчитывались уже десятки моделей фотокамер зарубежного и отечественного производства с ЭУ. За прошедшее время многие из них были заменены новыми, более совершенными. В настоящее время наша промышленность выпускает немало моделей аппаратов с ЭУ: «Вилия-Авто», «ФЭД-Микрон», «Сокол», «Силуэт-Электрон», «Киев-15», «Зенит-ТТЛ» (ТТЛ — условный международный шифр для фотоаппаратов с измерением света за объективом), «Зенит-19» и «Микрон-2».

Все аппараты с ЭУ рассчитаны на широкий диапазон измеряемых яркостей от 25 до 13 000 кд/м<sup>2</sup> (в аппарате «Силуэт-Электрон» — от 0,1 кд/м<sup>2</sup>).

ЭУ всех аппаратов позволяет применять фотопленку чувствительностью от 16—22 до 250—500 ед. ГОСТ.

Затворы камер обязательно снабжены синхросконтактами для съемки с электронно-импульсными лампами, а более дорогие модели оборудованы и автоспусками.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ФОТОАППАРАТОВ С ЭУ

Название и тип фотоаппарата	Основной объектив	Затвор и выдержки (в секундах)	Системы и пределы фокусировки
«Зенит-16» Зеркальный полуавтомат	«Гелиос-44М» 1 : 2/58 Заменяемый	Шторный От 1/15 до 1/1000 и «В»	Матовое стекло, микроастр. Линза Френеля. От 0,5 м до ∞
«Зенит ТТ/1» Зеркальный полуавтомат	То же	Шторный От 1/30 до 1/500 и «В»	то же
«Зенит-19» Зеркальный полуавтомат	«Зенитар-М» 1 : 1,7/50 мм Заменяемый	Ламельный, электронный От 1 до 1/1000 и «В»	то же
«Киев-15» Зеркальный автомат	«Гелиос-81» 1 : 2/50 мм Заменяемый	Всеорный От 1/2 до 1/1000 и «В»	Матовое стекло и микроастр. Линза Френеля От 0,5 м до ∞
«Силуэт-Электрон» Шкальный	«Триплет 69-3» 1 : 4/40 мм Жестковстроенный	Электронный От 8 до 1/250 и «В»	От 0,5 м до ∞ По шкалам символов и расстояний
«Сокол» Пятипрограммный автомат	«Индустар-70» 1 : 2,8/50 мм Жестковстроенный	Центральный От 1/30 до 1/500 и «В»	От 0,8 м до ∞ Визир-дальномер От 0,8 м до ∞
«Вилля-Авто» Программный автомат	«Триплет 69-3» 1 : 4/40 мм Жестковстроенный	Центральный От 1/30 до 1/250 и «В»	По шкалам символов и расстояний От 0,8 м до ∞
«ФЭД-Микрон» Программный автомат	«Гелиос-89» 1 : 1,9/30 мм Жестковстроенный	Затвор-диафрагма От 1/30 до 1/800 и «В»	По шкалам символов и расстояний От 1 м до ∞
«Зоркий-10» Программный автомат	«Индустар-63» 1 : 2,8/45 мм Жестковстроенный	Центральный От 1/30 до 1/500 и «В»	Визир-дальномер От 1,5 м до ∞
«Микрон-2» Программный автомат	«Индустар-81» 1 : 2/50 мм Жестковстроенный	Центральный От 1/30 до 1/650 и «В»	Визир-дальномер От 1 м до ∞

При слабом освещении, недостаточном для съемки в автоматическом режиме, индикаторы информируют об этом фотографа или блокируют автоматику. В таких случаях можно перейти на ручное управление затво-

ром и диафрагмой. Однако не все аппараты в таком режиме действуют одинаково и не все позволяют свободно выбирать любой из экспозиционных параметров — выдержку или диафрагму. В камерах «Силуэт-Элект-

рон», «Зоркий-10» и «Вилля-Авто» при отключенной автоматике можно изменять только диафрагму, а выдержка порядка  $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{30}$  с остается постоянной. В аппарате «ФЭД-Микрон» можно изменять только вы-



держку от руки при постоянной диафрагме 1:1,9. Все это, естественно, сужает возможности съемки.

В зависимости от того, насколько автоматизирована установка экспозиции, аппараты делятся на три типа: полуавтоматы, автоматы и программные автоматы.

Полуавтоматами называются аппараты, позволяющие заранее выбрать и установить на фотоаппарате любой из экспозиционных параметров (выдержку или диафрагму), а затем с помощью ЭУ подобрать к нему другой («Зенит-16», «Зенит-ТТЛ» и «Зенит-19»).

Автоматы — это аппараты с предварительной установкой только одного из экспозиционных параметров: в одних только выдержки («Киев-15»), в других — только диафрагмы («Силюэт-Электро»), а второй параметр автоматически устанавливает ЭУ.

У программных автоматов установка экспозиции полностью автоматизирована («Зоркий-10», «Вилия-Авто» и «ФЭД-Микрон», «Микрон-2»). Аппарат направляют на снимаемый объект, наводят на резкость и нажимают на спуск затвора.

На первый взгляд может показаться, что программные автоматы — это наиболее совершенные аппараты. На самом же деле, как это ни парадоксально, в данном случае дело обстоит как раз наоборот. Все дело в том, что полуавтоматы и автоматы, подобно ручным фотоэлектрическим экспонометрам, позволяют фотографу подобрать оптимальное сочетание выдержки-диафрагма, то есть в какой-то мере творчески решать экспонометрическую задачу.

Как же справляются с ней программные автоматы? В самом деле, можно построить механизм, который будет изменять один из экспозиционных параметров в зависимости от другого, выбранного и установленного нами, как это и происходит в полуавтоматах и автоматах. Но как заставить аппарат без нашего участия решить, что в каждом случае является для нас более важным: продол-

жительность выдержки или величина диафрагмы. В том-то и дело, что программные автоматы такой задачи не решают и решить не могут. Действуя по определенной жесткой, заложенной в них программе, они каждый раз устанавливают определенное и только одно сочетание выдержки-диафрагма, которое, возможно, и не отвечает характеру объекта или требованиям фотографа, но не может быть изменено. Во всех случаях экспозиция будет установлена правильно, и свою основную функцию ЭУ выполнит: все кадры на пленке будут экспонированы нормально. Но получится ли четкое, «несмазанное» изображение движущегося объекта и будет ли достигнута желаемая глубина резкости, с уверенностью сказать нельзя.

Программные автоматы и полуавтоматы имеют одно принципиальное конструктивное отличие. В полуавтоматах, как и вообще в аппаратах обычного типа (без ЭУ), затвор и диафрагма разобщены, и каждый из этих узлов имеет самостоятельный привод. Установка правильной экспозиции происходит по принципу: чем больше выдержка, тем меньше диафрагма, и наоборот. В программных автоматах действует противоположный принцип. Затвор и диафрагма жестко связаны между собой и приводятся в действие одним общим приводом, причем с увеличением выдержки диафрагма не уменьшается, а, наоборот, увеличивается. Иными словами, величины выдержки и диафрагмы суммируются в этих аппаратах в один общий экспозиционный параметр. Причем выдержка не имеет стандартных фиксированных значений, как в обычных аппаратах (1/30, 1/60, 1/125 и т. д.), а изменяется плавно в зависимости от показаний ЭУ. Вот почему на однопрограммных автоматах мы не обнаружим привычной нам шкалы выдержек затвора. Приблизительную информацию о выдержке дают только индикаторы ЭУ в момент съемки.

Некоторую разновидность

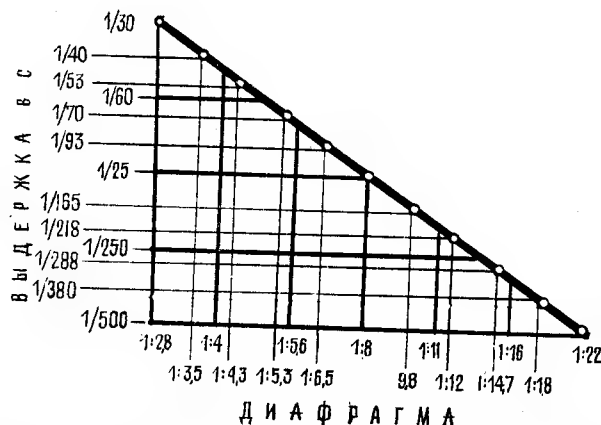
таких аппаратов представляет собой пятипрограммный аппарат «Сокол», занимающий по эксплуатационным свойствам промежуточное место между однопрограммными автоматами и полуавтоматами. В зависимости от характера съемки в нем можно менять программу работы ЭУ, устанавливая на затворе ту или иную предпочтительную выдержку. Таких выдержек пять от 1/30 до 1/500 с (отсюда и пять программ), но значения их условны, так как при недостаточном или избыточном освещении в момент съемки автоматически изменяется выдержка или диафрагма.

## СИСТЕМЫ ИНДИКАЦИИ

В отечественных фотоаппаратах применяются три вида индикации: стрелочная, световая и численная (в принципе возможны и другие системы). Все индикаторы введены в поле зрения видискателя и не мешают визированию и наводке на резкость. Они показывают, возможна ли съемка в автоматическом режиме при данном освещении или следует перейти на ручное управление затвором и диафрагмой (или воспользоваться импульсной лампой).

Однако вдумчивого фотографа интересует не только это. Если съемка возможна, то, как уже говорилось выше, важно знать, с какой выдержкой и диафрагмой она будет произведена. Не все индикаторы, применяемые в отечественных аппаратах, отвечают этому требованию. Наиболее удобна индикация в аппарате «Сокол» (см. рис.). В нем фотограф видит две цифры, расположенные одна под другой. Верхняя показывает выдержку, нижняя — диафрагму.

В программных автоматах обычно применяется стрелочная индикация, но объем информации, которую она дает, в разных аппаратах разный. С наименьшей информационной действенностью система в аппарате «Зоркий-10». Стрелка показывает только, возможна или невозможна съемка в автоматическом режиме. Если



съемка возможна, то фотографу остается лишь нажать на спуск. А с какой выдержкой и диафрагмой производится съемка, он может даже и не знать.

В аппарате «ФЭД-Микрон» стрелка показывает выдержку, но не показывает диафрагму, а в аппарате «Вилия-Авто» — лишь приблизительное значение выдержки и диафрагмы.

В аппаратах «Зенит-16» и «Силуэт-Электро» применяется световая индикация в виде двух миниатюрных ламп или светящихся кружков. Свечение одного из этих элементов указывает на передержку, другого — на недодержку. После установки экспозиции по шкалам затвора и диафрагмы можно определить, с какой выдержкой и диафрагмой производится съемка.

Такую же информацию дают стрелочные индикато-

ры в аппаратах «Киев-15», «Зенит-19» и «Зенит-ТТЛ». Важно отметить, что во всех зеркальных камерах применена система замера света за объективом, то есть внутри аппарата. Такая система, учитывая все световые потери в объективе, значительно повышает точность замера и позволяет использовать ЭУ при установке любого сменного объектива, светофильтра и других оптических насадок.

### ДЛЯ КОГО НУЖНА АВТОМАТИКА!

ЭкспонOMETрическое устройство — одно из важных достижений в области автоматизации процесса фотосъемки. Правильная экспозиция — это уже половина успеха. Недаром, проектируя ЭУ, конструкторы принесли ему в жертву некоторые другие эксплуатацион-

На рисунке графически показана программа экспонOMETрического устройства. Как видно из графика, ЭУ почти всегда устанавливает нестандартные сочетания выдержки-диафрагма. Например, выдержку 1/93 с при диафрагме 1:6,5 или 1/165 с при диафрагме 1:9,8 и т. д.

ные свойства фотоаппаратов, о которых мы упоминали. И тем не менее, выбирая фотоаппарат, следует в первую очередь руководствоваться не наличием в нем ЭУ, а техническими характеристиками самого аппарата, светосилой его объектива, совершенством затвора и другими характеристиками, указанными в приведенной выше таблице.

Как видно из таблицы, наиболее высокими показателями отличаются зеркальные камеры «Зенит-16», «Зенит-ТТЛ», «Зенит-19», и «Киев-15». Это новейшие камеры отечественного производства. Все они относятся к числу аппаратов высокого класса, снабжены высокосветосильными объективами, совершенными затворами и системой точной наводки на резкость. Аппараты эти универсальны, позволяют применять сменные объективы, промежуточные удлинительные кольца и другие устройства для репродуцирования, съемки мелких объектов в крупном плане, микро- и макросъемки и т. д. Они предназначены для фотожурналистов, фотохудожников, опытных фотолюбителей, научных работников и вообще рассчитаны на круг людей, повседневно и серьезно занимающихся фотографией. Это аппараты дорогого класса.

Аппарат «Силуэт-Электро», снабженный затвором, действующим в автоматическом режиме с выдержками до 8 с, можно рассматривать как аппарат для съемки при слабом освещении (ночной съемки улиц, фотографирования при свете электроламп небольшой мощности, съемки внутри зданий и т. д.). Вместе с тем недостаточная максимальная скорость действия его затвора (1/250 с) не всег-

<p>СОКОЛ</p>	<p>ЗОРКИЙ-Ю</p>	<p>ФЭД-МИКРОН</p>
<p>ВИЛИЯ-АВТО</p>	<p>ЗЕНИТ-16</p>	<p>СИЛУЭТ-ЭЛЕКТРО</p>
<p>КИЕВ-15</p>	<p>ЗЕНИТ-19</p>	<p>ЗЕНИТ-ТТЛ</p>

Системы индикации в фотоаппаратах с ЭУ.



ских карт на основе сплошной аэрофотосъемки. Выяснилось, что некоторые возвышенности не имеют собственных названий. Другие могут быть объединены в одну систему. Например, Кедвинская гряда и Очпарма — части единой Вимско-Вольской гряды. Третьи проходят не там, где считалось раньше, — так, Чайцынский Камень выходит к морю не у Чайцына, или Чайчьего мыса, а восточнее.

Аэрофотоснимки показали, что там, где исследователи помещали Каменноугольную гряду, — ровное место. На светлом фоне сильно заболоченного леса или просто открытых болот там проходит темная полоса хорошей тайги, растущей на сухом грунте. Местами эта полоса терется, распыляется, местами видна очень четко. К западу от полосы залегают песчаники, аргиллиты (твердые непластичные глинистые породы) девонского возраста, восточнее — пермские песчаники, глины, мергели (глинистые известняки). Породы залегают горизонтально или слабо наклонно, плохо пропускают влагу и, следовательно, легко заболачиваются. Густой строевой лес растет на известняках карбона (каменноугольного периода) — ранней перми. Известняки залегают с резким падением (наклоном) к востоку, причем величина этого наклона возрастает с юга на север: в долине речки Савосары угол наклона slopes около  $20^\circ$ , в долине Мылы — до  $30^\circ$ , в долине ручья Кычкова —  $60^\circ$  (см. карту-

схему), в обрыве левого берега Цильмы слои стоят вертикально, а дальше к северу даже несколько запрокинуты. Неодинаковая прочность пород привела к тому, что в аргиллитах и сравнительно рыхлых песчаниках реки образовали широкие долины с пологими склонами. А там, где реки протекают через известняки, процесс разрушения склонов идет медленнее, в этих местах образуются узкие долины с крутыми склонами.

Теперь вернемся к описанию Тимана, сделанному А. А. Малаховым. Обратите внимание на то, что он называет реки единственными доступными здесь путями сообщения. Именно по рекам шли В. Иславин, А. Шренк и Ф. Н. Чернышев. А когда, идя по реке, видишь, что долина вдруг становится уже, склоны круче, создается впечатление, что река пересекает возвышенность, а затем, при новом расширении долины, снова выходит на равнину. Такая картина на Тимане наблюдается на многих реках, пересекающих вытянутую вдоль окраины края полосу известняков с окаменелостями каменноугольного и первой половины пермского периодов.

Так возникло представление о длинной гряде, а гряды, как формы рельефа, на самом деле здесь нет. Формы геологическая структура, она не выражена в рельефе междуречий, но хорошо видна в долинах пересекающих ее рек, стекающих с Тимана на Восток.

## НОВЫЕ КНИГИ

Масович Я. М. Им помогал Ленин. М. «Московский рабочий», 1981, 223 с. 39 000 экз. 45 к.

Среди бесценного ленинского наследия есть документы, рассказывающие о внимании Владимира Ильича к изобретателям. Каждое научное открытие, изобретение, техническое усовершенствование находило энергичную поддержку В. И. Ленина.

Очерки, составляющие книгу, написаны на основе ленинских документов, архивных материалов, воспоминаний современников.

Ярослав Голованов. Дорога на космодром. Мечта. Опыт. Дело. М., «Детская литература», 1982, 551 с. с илл. 75 000 экз. 3 р. 90 к.

Это своеобразная история мировой космонавтики — от мифологического Икара до Юрия Гагарина. Наш гениальный соотечественник К. Э. Циолковский, французский ученый и летчик Робер Эно-Пельтри, американский ученый Роберт Годдарт, немецкий инженер, один из пионеров ракетной техники, Герман Оберт, в разное время своим трудом прокладывали дорогу к сегодняшним стартовым площадкам.

Автор рассказывает также о работах С. П. Королева, М. В. Келдыша, В. П. Глушко, А. М. Исаева, М. К. Тихонравова, Ю. А. Победоносцева, Г. Н. Бабакина и других выдающихся советских ученых и конструкторов, воплотивших давнюю мечту человечества.

Шибанов А. С. Завобы космического архитектора. М., «Детская литература», 1982, 100 000 экз. 55 к.

Проектируя любое инженерное сооружение, конструктор непременно задумается о весе. Он постарается сделать так,

чтобы его творение было не только надежным и прочным, но и в меру легким. Но и тогда вес не имеет такого значения, как в космической технике.

Создатели космических кораблей, сберегая граммы на каждом болте, кабеле и жгуте, освобождают аппарат от многих килограммов избыточного веса.

Абчук В. А. 7:1 в нашу пользу. (Азбука решений) М., «Радио и связь», 1982, 178 с. с илл. 60 000 экз., 35 к.

В век научно-технической революции уже нельзя принимать серьезные решения по старинке, на глаз, рассчитывая на свой опыт и интуицию. Условия человеческой деятельности и связанные с ней решения небыло усложнились.

Задача книги — ознакомить широкий круг читателей с основами современной теории о выработке решений и с главными приемами этой теории.

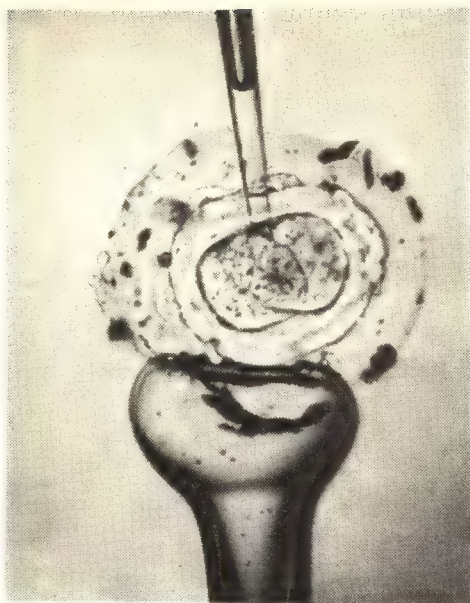
Профессор В. А. Абчук — автор «Науки и жизни». (См. № 5, 1975 г.)

Литенейский И. В. Барометры природы. М., «Детская литература», 1982, 144 с. с илл. 100 000 экз. 55 к.

Сейчас, как и тысячи лет назад, ничто не влияет столь заметно на жизнь каждого из нас, как погода, ее капризы и метаморфозы. Даже небольшое повышение точности метеорологических прогнозов позволит сберечь в масштабах нашей планеты тысячи человеческих жизней и миллиарды рублей.

Действенную помощь метеорологам может оказать бионика. В настоящее время биологи и бионики всего мира могут представить метеорологам своеобразный каталог 600 видов животных, по поведению которых можно довольно точно предсказать перемену погоды.

Журнал печатал фрагменты из другой книги И. В. Литенейского «Веселы о бионике» (см. «Наука и жизнь» № 9 за 1989 г.)



## ОПЕРАЦИОННАЯ ДЛЯ ЖИВОЙ КЛЕТКИ

**К**летка — элементарный комочек жизни и в то же время сложнейшая машина, замкнутый живой мир, совершенная система со своими органами, которые именуют органеллами, с сотнями и тысячами отлаженных биохимических процессов.

Одна из областей взаимодействия ученого-биолога с живой клеткой — клеточная инженерия, решающая много самостоятельных задач и участвующая во всех свершениях столь популярного ныне и перспективного направления, как биотехнология. Клеточная инженерия делает свои первые шаги. Ее успехи удивительны и открывают новые горизонты перед биологической наукой и многими ее практическими приложениями. Достаточно вспомнить, сколь интересные и сложные операции выполняются с живой клеткой в процессе экспериментов в области генной инженерии.

Сейчас удается вводить отдельные гены в клетку животного, и вот один из примеров, иллюстрирующий возможность таких экспериментов. Опыты были проделаны на мышах. Сначала ген одного из ферментов выделили из животной клетки в чистом виде — в виде «кусков» молекулы ДНК. Эта часть работы в наше время уже может считаться тривиальной — молекулярные би-

ологи в последние годы научились выделять и размножать гены многих важных для организма белков. Затем раствор с генами был введен через микропипетку в яйцеклетку мыши, в хромосомах которой этого гена раньше не было. У всех мышей, родившихся из этих яйцеклеток, был найден чужеродный ген, и, как следствие, в их организмах вырабатывался новый фермент, который раньше в принципе не мог появиться. Более того, новый ген передавался по наследству по всем правилам классической генетики, и значит, операция пересадки гена изменила подопытную породу мышей, так сказать, на века.

Откровением для ученых явился тот факт, что чужеродный ген может встраиваться в хромосомы яйцеклетки высокоорганизованных животных, будучи просто иницированным, «впрыснутым» в клетку, то есть без всяких генетических ухищрений. Эти опыты говорят о принципиальной возможности исправления врожденных генетических дефектов, связанных с отсутствием отдельных генов, и о возможности создания животных и растений с новыми качествами, такими, например, как устойчивость к определенным заболеваниям или повышенное содержание определенных белков. Названные здесь эксперименты — только начало пути, но, как бы ни менялось содержание опытов, все они могут быть осуществлены лишь при совершенной технике микроманипуляции на живой клетке.

В наше время операции на клетках или иные сложные манипуляции с ними производятся при решении широкого круга проблем как теоретической и экспериментальной биологии, так и важных практических направлений медицины, сельского хозяйства, промышленной микробиологии. В числе задач, решаемых клеточной инженерией, — получение высокопродуктивных линий сельскохозяйственных растений и животных, борьба с бесплодием, устранение дефектов развития организма, поиск эффективных противоопухолевых средств. При решении этих задач приходится оперировать клетку, извлекать или вводить в нее органеллы, скажем, ядро, извлекать и вводить в нее хромосомы или даже отдельные гены, производить микроинъекции тех или иных веществ, вводить отдельные макромолекулы, изолировать клетки друг от друга, выделять единичные клетки, контролировать их состояние и сохранять жизнеспособность клеток во время опытов.

Как же все это происходит? Как удается вынуть «деталь» из одной клетки и вмонтировать в другую клетку, не только не повредив ее, но и заставив жить и работать по-новому? Не нужно забывать, что живая клетка — это не просто очень сложная машина, но еще очень легко повреждаемая и, конечно, чрезвычайно маленькая: самые крупные клетки, гигантские нейроны беспозвоночных (кальмаров, улиток), имеют диаметр около 150 мкм (0,15 мм) и не более 1 мм, а клетки мозга человека — только 10—30 мкм (0,01—0,03 мм), яйцеклетки — около 100 мкм (0,1 мм). Можно



Вести из лабораторий



себе представить, какой миниатюрной должна быть операционная и сколь тонким и точным инструментом хирурга, чтобы управляться с этими пациентами. Вот несколько цифр, характеризующих требования к инструментам для микрохирургии клетки: нужно обеспечить перемещение «скальпеля» или иных инструментов с точностью до 0,5 мкм; некоторые детали инструментов должны иметь размеры до 0,2 мкм — это в 100 раз меньше диаметра человеческого волоса; для проведения инъекций «шприц» должен выдать дозу порядка  $10^{-11}$  мл — если каждую секунду вводить такую порцию в стакан, то он наполнится лишь через миллион лет.

Первые микроманипуляторы появились в начале века. Это были довольно громоздкие механические приборы, которые позволяли исследователю, наблюдая в микроскоп, работать с большими клетками и с одноклеточными организмами размерами в 300—600 мкм (амебы, водоросли).

Прошли десятилетия прежде, чем арсенал микротехники для работы с клетками заметно усовершенствовался. В 50-е годы появились микроэлектроды в виде очень тоненьких (до 2 мкм в диаметре) стеклянных трубочек, заполненных раствором электролита. С их помощью можно было проникнуть сквозь мембрану живой клетки и, не нарушая ее жизнеспособности, отвести электрические потенциалы, сигналы, которые клетка генерирует в ответ на различного рода раздражения.

Постепенно техника эксперимента совершенствовалась, но, как правило, приборы изготавливались кустарно, каждая лаборатория делала их сама для себя и только для своих задач, для конкретного объекта исследований, пытаясь «домашними средствами» решить эту нелегкую для одиночек, а иногда и вообще непосильную задачу. А масштабы работ в области клеточной инженерии быстро расширялись, количество потребителей инструментов для клеточной микрохирургии лавинообразно росло, и настал момент, когда нужно было разработать микроинструменты, пригодные для серийного производства, и при этом желательные инструменты универсальные, как говорится, на все случаи жизни. Эту задачу решила группа ученых Института биофизики и СКБ биологического приборостроения АН СССР (Биологический центр в Пущино) под руководством профессора Б. Н. Вепринцева, создав универсальный комплекс для микроэлектродных и микрохирургических исследований живой клетки (см. 1 стр. цветной вкладки). Этот комплекс приборов, как набор деталей в «конструкторе», позволяет собирать многофункциональные установки, легко переконфигурировать их для выбранной методики эксперимента и выбранного биологического объекта, будь то нервные клетки или мышечные волокна, эритроциты или яйцеклетки, микроорганизмы или клетки растений.

Выполненная разработка — пример создания и осуществления опережающей программы. Приборы были разработаны то-

гда, когда они нужны были в очень небольших количествах, но в расчете на то, что потребность в таких приборах будет быстро расти. Как показывает опыт, расчет этот оказался правильным. В начале шестидесятых годов пущинскими биофизиками была сформулирована развернутая программа создания базового комплекса аппаратуры для микроэлектродных и микрохирургических исследований. При этом были учтены не только основные тенденции в развитии научных исследований живой клетки, но и реальные возможности и перспективы приборостроения.

При разработке комплекса и его внедрении в производство ученым, конструкторам и технологам пришлось решить немало сложных задач. Очевидно, работая с клеткой, прежде всего нужно создать условия, при которых она продолжает жить и функционировать. Для этого в комплект входит несколько видов камер для операции клеток. В камере можно с точностью до 0,5° С поддерживать необходимую температуру в интервале от +40 до 0° С, охладив клетку, но не заморозив ее. Блок хранения и подачи питательной среды позволяет пропускать через камеру, где живет клетка, от трех до пяти различных растворов, при этом скорость протекания растворов регулируется в широких пределах: от 0,5 до 20 мл в минуту. Газовый дозатор и смеситель обеспечивают поддержание необходимого газового состава в камере.

Другая группа приборов дает возможность исследователю непрерывно контролировать состояние клетки. Примерно так, как хирург следит за пульсом лежащего на операционном столе больного, биолог устанавливает контакт с клеткой, находящейся в камере на предметном столике микроскопа. Чувствительные микродачики подводят к отдельным частям клетки, микроэлектроды «прощупывают» ее электрическую активность и способность отвечать на раздражение, поддерживают потенциал на клеточной мембране, измеряют токи, текущие через мембрану. Полученная информация непрерывно регистрируется электронной аппаратурой.

Третья группа приборов позволяет активно вмешиваться во внутреннюю жизнь клетки. Микропипетки дают возможность сделать инъекцию различных веществ в «клеточных дозах» — до  $10^{-11}$  мл — самая маленькая капелька, которую выдает обычная пипетка, содержит «дозу», в миллионы раз большую. Конструкторы разработали несколько модификаций микроинъекторов с механическим, пневматическим и ультразвуковым выдавливанием дозы. Время введения вещества по усмотрению экспериментатора можно растянуть от 0,5 до 120 секунд.

Ну, и наконец, микроманипуляторы. Это один из основных рабочих приборов микроэлектродных и микрохирургических исследований. Микроманипулятор служит продолжением рук исследователя, он мягко и очень точно перемещает микроинструменты в поле зрения микроскопа. Вы-



брать тип манипулятора, наиболее точно отвечающего методике и схеме эксперимента,— сложная задача. Как показывает многолетняя практика, создать один универсальный прибор невозможно, так как требования часто противоречат друг другу. Например, для микрохирургии требуется мягкость и плавность движений, повторяемость действий микроинструментов. Микроэлектродная техника, регистрация биопотенциалов, наоборот, требуют жесткости конструкции, стабильности положения микроэлектрода во времени. Конструкторы СКБ биологического приборостроения разработали несколько видов микроманипуляторов, использующих различные принципы передачи движения от руки экспериментатора к инструменту — механический, пневматический, электрический. При этом блочная конструкция со съёмными головками позволяет легко менять характеристики манипулятора в соответствии с задачами эксперимента.

При микроманипуляции недопустима вибрация. Антивибрационное основание с довольно простыми гасителями механических колебаний устранило такие внешние помехи, как разного рода толчки, колебания, удары, неизбежно возникающие при прикосновении к частям прибора или даже просто при хождении сотрудников по комнате. Исследователь может одновременно использовать до восьми управляемых микроинструментов, причем подвести их к объекту можно под любым углом.

Прецизионные микроманипуляторы обеспечивают перемещение на расстояние 8 миллиметров с точностью до долей микрона. Очень перспективен шаговый манипулятор, его движение напоминает движение гусеницы, которая, поочередно закрепляя то «голову», то «хвост», подтягивает тело. Манипулятор позволяет легко менять длину шага, а при работе в автоматическом режиме производить движение в виде серии шагов, частоту которых в этом случае тоже можно менять по желанию экспериментатора. Манипулятор может работать по заранее заданной программе, двигаясь вперед — назад — влево — вправо, при этом предусмотрена возможность управления прибором от ЭВМ.

В комплект входят также приборы, предназначенные для изготовления необходимых микроинструментов непосредственно в ходе работы. Исследователь может изготовить стеклянные капилляры и пипетки различных форм, со строго выдержанным соотношением их внутреннего и внешнего диаметров. Нужно заметить, что именно стекло стало основным материалом для изготовления микроинструментов — оно обрабатывается при доступной температуре 800—900° С, сохраняет твердость и прочность даже при размерах инструмента в доли микрона. Самая твердая сталь при вытравливании из нее иглы с микронным сечением теряет упругость и виснет, как хлопчатобумажная нитка.

В комплект «инструментальщика» входит микрокузница. Здесь исследователь может изготовить из стекла необходимые в рабо-

те микроиглы, микроскальпели, присоски, ланцеты, микрокрючки. Размеры инструментов контролируются под микроскопом, как и весь процесс их изготовления.

Комплексное решение проблемы, создание целого набора приборов, своеобразного «конструктора» для микрохирургии живой клетки, было принято впервые в практике биологического приборостроения. Комплекты прецизионных приборов для исследования живой клетки (их к настоящему времени изготовлено уже более 100) надежно работают в различных научно-исследовательских организациях нашей страны, а также в Болгарии, ГДР, Польше, Чехословакии. Комплекс манипуляторов удостоен золотой медали Лейпцигской международной ярмарки, награжден Почетным дипломом и медалью ВДНХ. Многие принципиальные и технические решения защищены авторскими свидетельствами, запатентованы в Великобритании, Японии, ФРГ и других странах.

Созданный комплекс приборов позволяет решать целый ряд задач, связанных с изучением структуры и функций живой клетки и их практическим применением для нужд медицины и сельского хозяйства. И поэтому особенно важно, что уже начат серийный выпуск этого комплекса приборов, рожденного содружеством ученых, инженеров, производственников.

**М. СЕКИНАЕВ.**

#### Приборы для микрохирургии и электрофизиологических исследований клетчатки

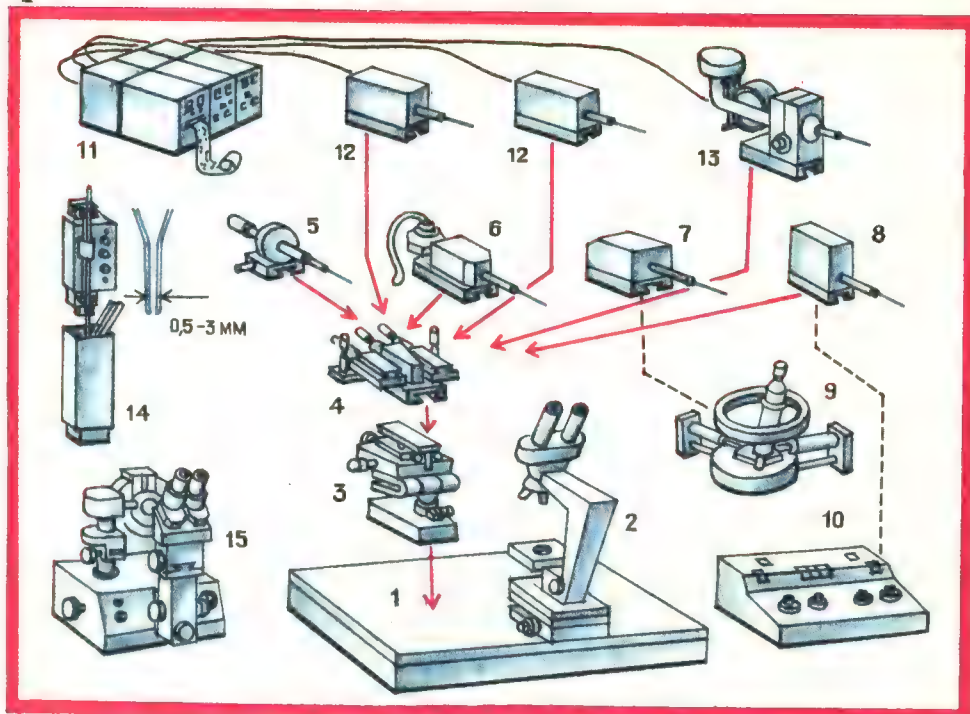
I. Некоторые узлы и приборы комплекса, разработанного учеными и конструкторами Института биофизики и Специального конструкторского бюро биологического приборостроения (Научный центр биологических исследований АН СССР, Пушкино): 1 — антивибрационное основание; 2 — микроскоп; 3 — один из позиционеров на магнитной подставке; 4 — позиционер-держатель для трех инструментов, позволяющий «свести» их на одной клетке; 5, 6, 7, 8 — микроманипуляционные головки с непосредственным механическим перемещением инструмента (5, 6), дистанционным пневматическим (7) и дистанционным пьезоэлектрическим (8) перемещением инструмента; 9, 10 — блоки управления головки с пневматическим (9) и пьезоэлектрическим (10) приводом; 11 — блоки формирования электрических сигналов и регистрации электрических процессов в клетке; 12 — микроэлектроды с предварительными усилителями; 13 — механический микроинъектор; 14 — установка для предварительного формирования стеклянного инструмента; 15 — микрокузница.

II. Некоторые типичные манипуляции на клетке: 1, 2, 3 — регистрация электрических сигналов, возникающих под действием электрического раздражения (1), изменения состава окружающей среды (2) и местного химического воздействия на клетку (3); 4 — разделение эмбриональной клетки на две самостоятельные части с помощью петли из тончайшей нити и двух держателей (п — присоска); 5 — пересадка ядра.

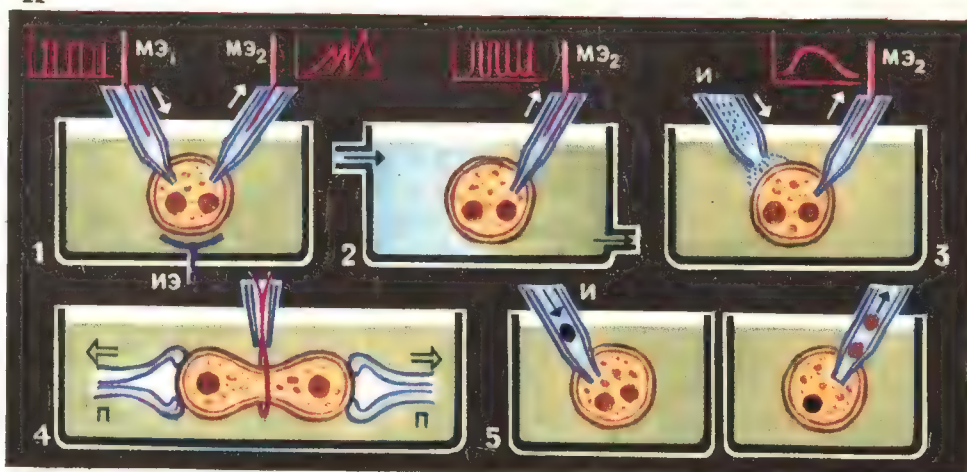
III. Типичные инструменты, используемые в разных лабораториях для микрохирургии и электрофизиологических исследований клеток: А — микроэлектрод; Б — микропипетки; В — микроиглы; Г — микроскальпели; Д — микрошпатели; Е — микропетли.



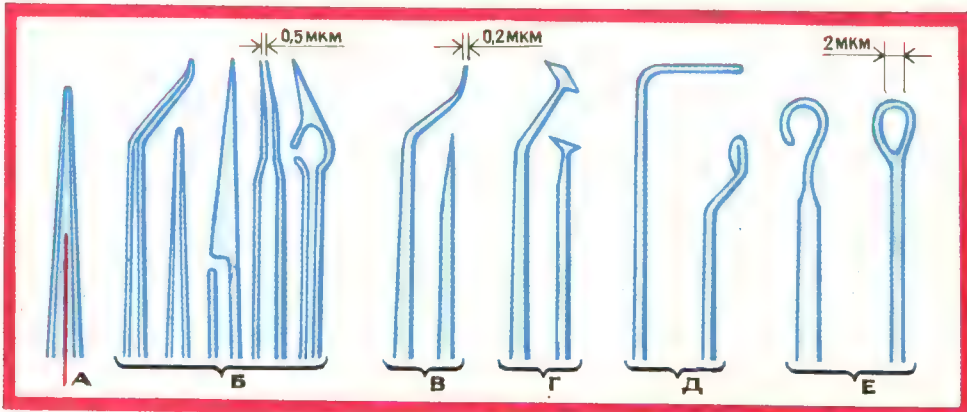
I



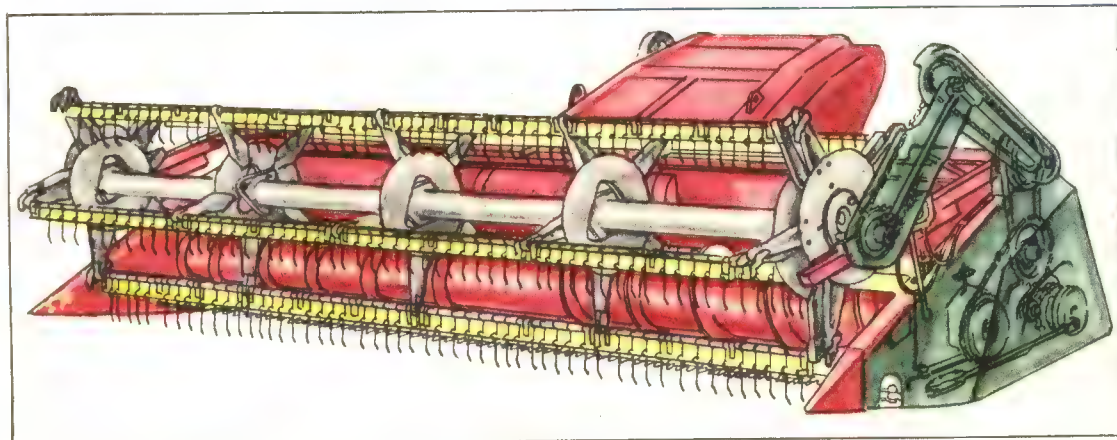
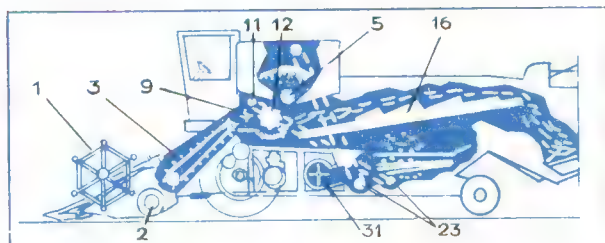
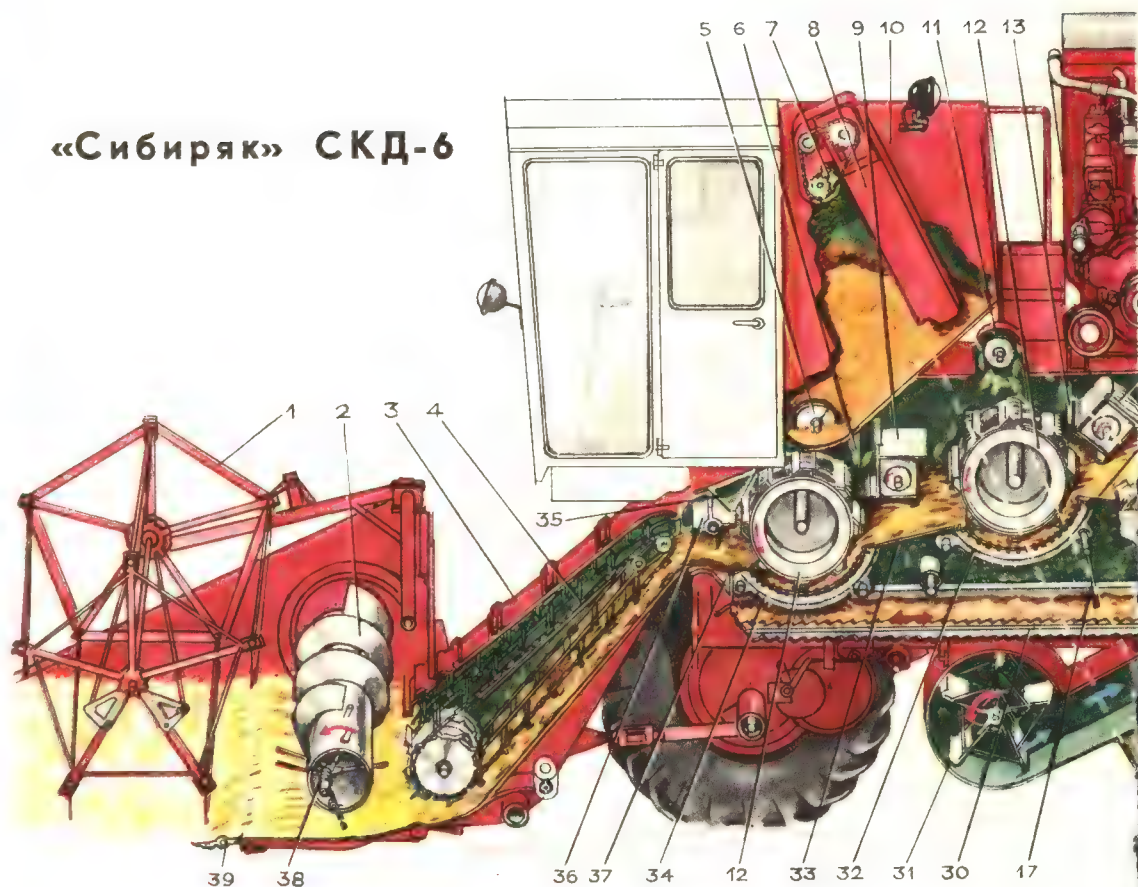
II



III



# «Сибиряк» СКД-6





# В н о м е р е:

<b>Физика и философия:</b>	
А. АЛЕКСАНДРОВ, акад. — Призываю к дружной работе	2
М. МАРКОВ, акад. — О единстве и многообразии форм материи в физической картине мира	3
Н. БАСОВ, акад. — Квантовая электроника и философия	10
Братское содружество народов	14
Рефераты	18
Н. РОГОВСКИЙ, Ю. ЧАПЛЫГИН, канд. экон. наук — Производительность труда. Где искать резервы?	20
Хроника	26
К. ЛАЗАРЕВИЧ, канд. географ. наук — Гряда, которой нет	27
Новые книги	29, 58
М. СЕКИНАЕВ — Операционная для живой клетки	30
Как правильно?	33
На службе народного хозяйства	33
Кинозал	34
Анатолий ИВАЩЕНКО — Сотворение хлеба	36
СЭВ в действии	47
В. БАРЫКИН, канд. филолог. наук — Предшественник В. Даля	48
Л. ШУГУРОВ, инж. — Кузова	50
«Вселенная Дарвина» (по материалам зарубежной печати). Комментирует статью Б. МЕДНИКОВ, докт. биол. наук.	54
Я. СМОРОДИНСКИЙ, докт. физ.-мат. наук — Учитель и ученики	59
А. ОРЛОВ, канд. физ.-мат. наук — Математика нечеткости	60
А. ВОЛГИН — Выставка «Оптика-82»	68
В. ПРОЗОРОВСКИЙ, докт. мед. наук — Когда болит желудок	74
А. СЕРЕБРЯННЫЙ, докт. географ. наук и А. ОРЛОВ — Белый медведь на Шпицбергене	77
Заметки о советской науке и технике	80
А. ТУРБИН — Вакцина	82
Новые товары	91
Бетонный мегалит	92
Наш звездный адрес	93
Ю. АСТАФЬЕВ — Цветники Белого моря	94
Г. СЕМАР — Город на Оне и Наре	97
И. КОНСТАНТИНОВ — Вокруг кубика	100
Фотоблокнот. Вести из лабораторий	103
БИНТИ (Бюро иностранной научно-технической информации)	104
М. ГРИНЕНКО, доц. — Резервы здоровья	108
И. СМОЛЯР, докт. архитектуры — Архитектура садового дома	110
А. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ, докт. истор. наук — Эхо Куликовской битвы	116
Психологический практикум	117, 135, 141

М. ЮДОВИЧ, международ. мастер — Приз за красоту	118
Зооуголок на дому. Советы	120
Старинные велосипеды	122
Кроссворд с фрагментами	124
Б. ПОТИЕВСКИЙ — Звериная тропа (повесть)	126
Для тех, кто вяжет	136
С. ШЕНКМАН — Научиться плавать необходимо	139
Кунсткамера	142

## ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ:

Ю. ШАПОШНИКОВ — Спортзабавы (144); Л. БАТУРИН — Саженьцы из зеленых черенков (145); К. БЛАГОСКЛОНОВ — Дикие утки в Москве (146); Е. ВАСИЛЬЕВ, инж. — Сложные расчеты на простейших микрокалькуляторах (148).	
Ответы и решения	149, 155
А. ГАНУЛИЧ, докт. техн. наук — Поддужный колокольчик	150
Двигатель континентов	154
В. САПРОНОВ — Рэндю. Премьера в «Олимпийском»	156
Маленькие хитрости	158
Л. СЕМАГО, канд. биол. наук — Удод	159

## НА ОБЛОЖКЕ:

- 1-я стр. — Гигантская актиния — метридиум, обнаруженная в Белом море. Фото Ю. Астафьева. (См. статью на стр. 94.)
- Внизу: разработанный в Биологическом центре АН СССР (г. Пущино) комплекс прецизионных приборов для микрохирургии и измерения электрических характеристик живой клетки. (См. статью на стр. 30.)
- 2-я стр. — XI пятилетка. Экономика должна быть экономной. Рис. Э. Смолина.
- 3-я стр. — Удод. Фото Б. Нечаева.
- 4-я стр. — Вокруг кубика. Рис. М. Аверьянова. (См. статью на стр. 100.)

## НА ВКЛАДКАХ:

- 1-я стр. — Иллюстрации к статье «Операционная для живой клетки». Рис. Ю. Чеснокова.
- 2—3-я стр. — Новое поколение зерноуборочных комбайнов «Сибиряк». Рис. М. Аверьянова.
- 4-я стр. — Карта-схема расположения основных организаций Госкомгидромета, занимающихся изучением природной среды и контролем за ее состоянием. Рис. Э. Смолина.
- 5-я стр. — Иллюстрации к статье «Цветники Белого моря». Фото Ю. Астафьева.
- 6—7-я стр. — Наш звездный адрес. Рис. О. Рево. (См. статью на стр. 93.)
- 8-я стр. — Туристскими тропами. Серпухов. Фото В. Опалина.

**НАУКА И ЖИЗНЬ**  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

№ 7

И Ю Л Ь  
Издается с октября 1934 года

1982

# Ф И З И К А И

В широком спектре философских проблем естествознания важное место занимает осмысление последних достижений физики. Это нашло свое отражение в материалах Третьего всесоюзного совещания по философским вопросам современного естествознания (см. «Наука и жизнь» № 5, № 6, 1981 г.), в глубоких исследованиях советских ученых—философов и физиков. Ниже публикуется сокращенное изложение работ, посвященных философским аспектам ряда физических проблем и принадлежащих перу известных советских физиков—академика-секретаря Отделения ядерной физики АН СССР академика М. А. Маркова и директора Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР академика Н. Г. Басова, а также вступительное слово Президента АН СССР академика А. П. Александрова, произнесенное им при открытии совещания.

## ПРИЗЫВАЮ К ДРУЖНОЙ РАБОТЕ

Академик А. АЛЕКСАНДРОВ.

Перед тем как открыть совещание, я должен отметить, что мы проводим его в день рождения В. И. Ленина. И в этом есть глубокий смысл. В. И. Ленин был крупнейшим философом нашего времени, философ-материалистом, который плодотворно использовал диалектический метод в анализе философских вопросов естествознания.

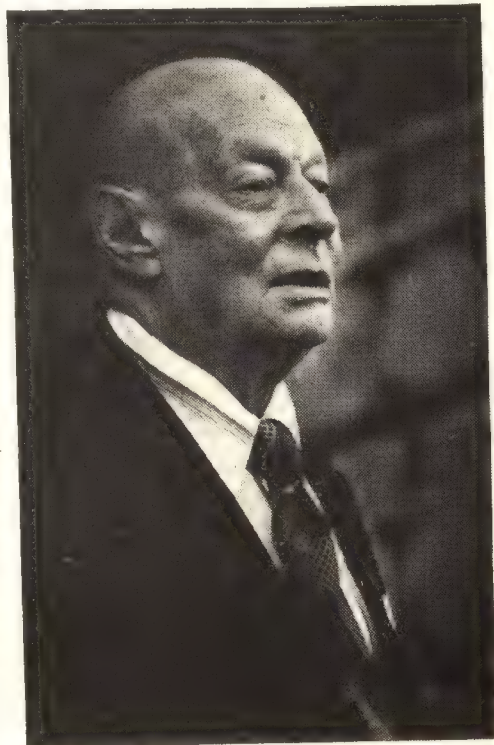
Научное и философское значение ленинских идей полностью сохраняется и в наши дни. Поэтому, рассматривая философские вопросы современного естествознания, мы обращаемся к классическим ленинским трудам, подводя итоги и намечая перспективы исследований в этой области, мы пользуемся ленинской методологией, сделанными им философскими обобщениями и выводами из анализа развития естествознания, прежде всего физики, в период крутой ломки основных понятий и представлений. В. И. Ленин показал философское значение начавшейся революции в физике и сформулировал основные принципы ее анализа, которые исключают всякое некомпетентное вмешательство в непосредственно осуществляемый естествоиспытателями научный поиск и вместе с тем дают им мировоззренческие ориентиры в философской борьбе, раскрывают гносеологические и методологические основания и природу современного естественнонаучного познания. На этом именно основывается и ленинская идея о союзе философов-марксистов с естествоиспытателями.

Сейчас мы переживаем интересный период развития науки. Происходит бурное преобразование физики элементарных частиц, крупными открытиями обогатилась и астрофизика, много очень интересных и важных событий в других областях. Похожую картину мы видим и в биологии, которая за последнее время полностью откалалась от механицизма. Молекулярная биология открыла совершенно новые пути понимания живого вещества, и сейчас идет бурное развитие этой области науки. Даже такая, казалось бы, завершенная область

науки, как оптика, сейчас приобрела совершенно новую жизнь в связи с квантовой электроникой.

Самое интересное заключается, однако, в том, что основные «точки роста» современной науки уже сейчас — и чем дальше, тем больше — обнаруживаются на «стыках» разных научных дисциплин как в пределах естествознания, так и вне его. Поэтому важное значение приобретает в наши дни взаимодействие наук — комплексный подход к решению междисциплинарных проблем. Это отмечено и в «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», где прямо ставится задача «Усилить взаимодействие общественных, естественных и технических наук».

Свою синтетическую, интегрирующую роль должна сыграть здесь и марксистско-





# Ф И Л О С О Ф И Я

ленинская философия, материалистическая диалектика как методология современного научного познания. Вот почему мы придаем такое значение настоящему совещанию, которое посвящено вопросам, имеющим не только научное значение, но и играющим существенную роль в идеологическом, а также практически-политическом плане.

В самом деле, философские вопросы современного естествознания — это один из центров пересечения научного поиска и осмысления его методологических основ, более широкого взгляда на мир природы, на место в ней самого человека. Необходимость такого широкого понимания философских и социальных связей и отношений естествознания с человеком и обществом обоснована в трудах В. И. Ленина. Необходимо творчески развивать эту традицию, выявлять и исследовать новые проблемы, имеющие комплексный характер и требующие комплексного подхода к своему решению.

В важности такого подхода, обеспечивающего взаимодействие разных наук, мы все больше убеждаемся, например, при разработке Комплексной программы научно-технического прогресса на 1985 — 2000 годы. Это должно лечь в основу и при подготовке главных направлений развития научных исследований в области естественных и общественных наук на период до 1990 года.

Немалую роль играет здесь правильная мировоззренческая и методологическая ориентация, в том числе и в философских вопросах современного естествознания. В последние годы этим вопросам уделялось немалое внимание, и это дало свои результаты: появился целый ряд интересных и важных трудов, в том числе написанных совместно философами и естествоиспытателями. Что здесь кажется наиболее важным? Прежде всего поиск новых путей укрепления и развития ленинского союза философов и естествоиспытателей, правильное определение новых проблем для философского исследования, новых направлений совместной творческой деятельности философов и естествоиспытателей. Причем мне хотелось бы подчеркнуть именно творческий характер этой работы, исключающий схоластическое теоретизирование и доказательство уже доказанного, о чем говорилось на XXVI съезде КПСС. Общее собрание Академии наук, посвященное задачам Академии по претворению в жизнь решений съезда, в своем постановлении отметило необходимость сосредоточить внимание научных учреждений и ученых в числе других важнейших направлений на исследовании взаимодействия общественных, естественных и технических наук, философских и социальных проблем науки и техники. Координирующую роль в реализации этой программы при-

зван сыграть Научный совет при Президиуме АН СССР по комплексной проблеме: «Философские и социальные проблемы науки и техники».

Никак нельзя становиться на ту позицию, которая была у нас в начале 30-х годов, когда две группы ученых — философы и естествоиспытатели — противопоставлялись друг другу. Философы не могут считать, что чисто умозрительным путем они могут создать систему мировоззрения. Точно так же естествоиспытатели без глубокого обдумывания философской стороны своих проблем не могут надеяться на то, что они создадут нечто фундаментальное.

Я призываю к дружной работе, к крепкому и творческому союзу естествоиспытателей и философов.

## О ЕДИНСТВЕ И МНОГООБРАЗИИ ФОРМ МАТЕРИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА

Академик М. МАРКОВ.

В каждый данный исторический момент на основе человеческого опыта и на уровне экспериментальных возможностей этого исторического момента у людей формируется картина мира. Она отражает объективный мир в той степени и с той точностью, которая дается человеческим опытом в данную эпоху, с тем реальным богатством красок, которое в эту эпоху улавливает практика. Кроме того, картина содержит краски, так сказать, субъективного оттенка, ими окрашено предвидение и детали «временной» окраски, нечто такое, что в данный момент достоверно не доказано, но не входит в противоречие с действительностью. В будущем, возможно, возникнет противоречие с опытом и придется по-другому представлять себе это «нечто», перерисовывая некоторое место картины мира.

Надо сказать, что нам досталось в наследие от натурфилософии нередкое смешение проблем чисто философских с проблемами, относящимися к конкретным наукам. Это смешение не оставалось безнаказанным в истории наук. Так, точка зрения Аристотеля на движение по кругу как на простейшее движение служила известным препятствием в развитии ньютоновского (галилеевского) понимания механики. Возведение Кантом евклидова пространства в форму чистого наглядного представления а priori было препятствием в развитии неевклидовых геометрий.

Ошибок такого рода не избежало, как известно, и развитие философской мысли в нашей стране, когда утверждалось, что буд-



то бы с точки зрения диалектического материализма можно отвергать какие-то физические представления о структуре и закономерностях объективного мира. Такой подход ставит под незаслуженный опасный удар философию диалектического материализма, если защищаемые будто бы с точки зрения этой философии конкретные представления о физическом мире в дальнейшем опровергаются развитием науки. В человеческой практике мир представляет в большом, объективно существующем многообразии форм материи и царящих в нем закономерностей. Наше сознание ищет и находит единство в этом многообразии — такое единство также существует объективно. Дальнейшее исследование природы ведет к выявлению нового многообразия, а вслед за тем и нового единства. Процесс развития нашего знания о мире — от многообразия к единству, от единства к многообразию — богато иллюстрируется конкретными фактами из истории науки. Следует подчеркнуть, что наше сознание, если можно так сказать, всегда на стороне единства. Мы настойчиво ищем его, и, более того, в этих поисках чувствуется убежденность в существовании такого единства, убежденность в существовании какой-то законченной картины мира.

Об этом единстве мечталось еще в древнеиндийских Ведах, согласно которым четыре элемента — воздух, огонь, вода и земля — были обязаны своим происхождением так называемому «акаша», имеющему, пожалуй, смысл «пространства» или какого-то аналога мирового «эфира».

Напомним, как исторически открывались в процессе человеческой деятельности раз-

личные формы многообразия и единства материи, как постепенно в процессе проникновения в микромир раскрывалась та иерархия многообразий и единства, которая к настоящему моменту составляет содержание, предмет современной физики.

Не так уж давно вся, как раньше говорили, неживая природа казалась безгранично расширяющимся многообразием металлов, минералов, твердых, жидких и газообразных тел. Казалось, нет конца и границ этому многообразию веществ, но оно, как мы знаем, потом уложилось в Периодическую таблицу элементов Менделеева. Сформировалась новая картина мира, и в ней имелись места, окрашенные красками, как мы их называли, субъективного оттенка. Это то, что субъект внес в картину не из простого опыта, а в результате его осмысления — речь идет о тех пустых клетках Периодической менделеевской таблицы, которые были приготовлены для элементов еще не открытых, но, по убеждению автора, существующих в природе. Как известно, эти элементы действительно открывались, и субъективные моменты в первоначальной картине постепенно исчезали. Не повезло лишь первой клетке таблицы Менделеева, куда им был помещен атом эфира.

Со временем, как известно, таблица элементов Менделеева сама оказалась многообразием нового и притом очень элементарного единства — его основой были ядра элементов, состоящих из протонов, окруженных каким-то количеством электронов.

Представлявшаяся к этому времени структура материи была, может быть, самой простой за всю историю физики, а критерий простоты, как критерий истинности, довольно часто выдвигался и выдвигается при построении физических теорий. И хотя подобная картина явилась большим шагом вперед на пути нашего понимания структуры материи, но и она содержала в существенном виде субъективные фрагменты: как выяснилось в квантовой теории, образовывать сами ядра, связать протоны в ядре с помощью электронов, как это тогда подразумевалось, не представляется возможным. Известная объективность картины была восстановлена открытием нейтронов.

При дальнейшем проникновении в микромир природа раскрывает нам свое новое многообразие — вводит нас в мир так называемых элементарных частиц. При чем это изобилие во многом совершенно разных частиц уже много лет назад заставило физиков начать поиски нового единства в этом новом многообразии.

На пути проникновения в микромир мы встречаемся с такой характерной ситуацией: в области, на два-три порядка (в 100—1000 раз) меньшей, перед нами раскрывается, как правило, новый мир физических объектов и новых, до тех пор не известных нам закономерностей (см. таблицу на стр. 7). Образно говоря, через каждые два-три порядка перед нами раскрывается очередная «матрешка». Можно вообразить «матрешку», где реализуется то, что Гегель называл «дурной бесконечностью»: в каж-



дой следующей кукле содержится другая, которая в основном лишь размерами отличается от предыдущей. В физических же «матрешках» речь идет не только о принципиально новых объектах природы, но и о принципиально новых взаимодействиях между ними, принципиально новых мирах физических явлений: например, физические явления в атоме совсем непохожи на явления, господствующие в сложном ядре.

В настоящее время наука находит, а может быть, и нашла, понимание единства в многообразии элементарных частиц. Этот процесс начался с предположения о сложной структуре адронов, в частности протона, состоящего из трех частиц. Такие субъядерные частицы получили название кварков, оно взято из фантастического литературного произведения, где летящие за кораблем чайки выкрикивали не очень-то понятную фразу: «Три кварка для мистера Марка».

Видимо, одного из авторов первых кварковых моделей (Гелл-Мана) привлекло в криках чаек число три: сначала казалось, что все элементарные частицы можно сложить из трех сортов кварков. Кварки существенным образом отличаются от открытых до сих пор частиц, в частности, изобретатели кварков (Цвейг, Гелл-Ман) имели смелость наделить их дробными электрическими зарядами. Хотя кварки с такими свойствами, видимо, хорошо принимаются экспериментаторами, следует все же держать в запасе и более консервативный вариант кварков с целочисленным зарядом.

При конструировании адронов из кварков возникла дилемма: либо нарушить принцип Паули и разрешить двум одинаковым кваркам занимать вопреки этому принципу одно и то же состояние (звеста так называемую парастатистику), либо наделить эти кварки каким-то новым качеством, по которому они могли бы различаться, и, таким образом, не входить в противоречия с принципом Паули. Пошли в основном по второму пути, а новое качество кварков получило название цвета. Но самое, может быть, существенное в свойствах кварков — это возможность их существования только в структурах. Вполне вероятно, что это предположение справедливо, так как кварки в свободном виде пока не наблюдались. Правда, не исключено, что в свободном состоянии кварки обладают очень большой массой и, может быть, попросту в распоряжении экспериментаторов нет пока возможностей (энергий) для их извлечения. Кварки для своего пребывания в адронах («для склеивания систем») требуют специальных, прежде неизвестных сил, получивших название глюонов.

Чайки «обещали» мистеру Марку только три новые частицы, но их число постепенно по необходимости (по необходимости согласования с экспериментом!) увеличивается, образуя новое многообразие объектов — кварков, глюонов. Естественно, возникает вопрос о новом ожидаемом единстве и уже появляются идеи «субкварков».

Уместно напомнить об имевших место в прошлом случаях возникновения идей о но-

вых частицах до обнаружения их в экспериментах, напомнить о судьбе этих идей.

Скажем, такая частица, как нейтрино, возникла в физике так же, как и кварки, отнюдь не в результате ее экспериментального обнаружения. Несколько десятилетий выдуманное нейтрино боролось за свое реальное воплощение.

Необычайно сложен и в некотором смысле поучителен путь к признанию такой теперь привычной в физике частицы, как квант света. Он впервые появился в работах Эйнштейна в 1905 году, то есть, как и нейтрино, вначале был «изобретен» теоретически. Бор не желал принимать световые кванты, ибо их корпускулярные свойства были несовместимы с волновыми свойствами света (интерференция, дифракция и т. п.). Резкой критике идея световых квантов подвергалась со стороны М. Планка, Г. Лоренца.

Вскоре после первого Солвеевского конгресса (1911 г.) Планк, Нерист, Рубенс и Варбург рекомендовали избрать 34-летнего Альберта Эйнштейна действительным членом Прусской Академии наук. В тексте рекомендации отражено отношение ведущих физиков той эпохи к гипотезе световых квантов. «В общем, можно сказать, — пишут авторы представления — что вряд ли имеется хоть одна из больших проблем, коими столь богата современная физика, в которую Эйнштейн не внес значительного вклада. И если кое-что в его спекуляциях могло пройти мимо цели, как, например, его гипотеза о световых квантах, то это не может быть поставлено ему в вину, ибо, выдавая новые идеи, особенно в наиболее точных науках, невозможно не идти на некоторый риск».

То, что не было сразу понято великими современниками Эйнштейна — «гипотеза световых квантов» — стало в дальнейшем основой построения квантовой теории, которая легла в фундамент современной физики. Но при этом возникли новые проблемы осмысливания общих закономерностей квантовой физики, которые, видимо, и дали повод самому Эйнштейну даже в 1951 году писать: «Все эти пятьдесят лет упорных размышлений не приблизили меня к ответу, что такое световые кванты. Конечно, сегодня каждый думает, что он знает ответ, но он обманывает сам себя».

На примере физиков, внесших существенный вклад в развитие науки, можно усмотреть в творческом облике ученых существенно различные, иногда прямо противоположные черты и связанный с ними разный подход к проблеме многообразия и единства природы. Ярким примером таких высококачественных индивидуальностей, которые в известном смысле являются творческими антиподами, могут служить, с одной стороны, Паули, с другой — Бор, и в несколько другом, но близком смысле — Бор и Эйнштейн. Для Паули, например, был характерен, если можно так сказать, традиционный (не хотелось бы употребить слово «консервативный») стиль мышления, Бора отличает мышление антитрадиционное, антиконсервативное: Бору свойственно не только либе-



ральное отношение к новым точкам зрения, но и некоторая тенденция искать решения проблем на путях, иногда, казалось бы, противоречащих не только установившимся понятиям, но и своей внутренней логике. Для Бора характерно частое употребление фразы: «Мы должны быть готовы к тому, что...» — и с точки зрения привычных представлений ожидаемые им решения фундаментальных проблем физики очень часто называются (это установившийся термин) «сумасшедшими», «безумными» (crazy).

Любопытно проследить в истории развития физики текущего столетия ситуации, когда эффективным оказался традиционный подход, терпел поражение подход антитрадиционный, и наоборот. Так, мы знаем, что бета-распад доставлял много неприятностей физикам в начальный период его исследования. Трудность заключалась в том, что как будто не выполнялся энергетический баланс в системе частиц до и после распада. Как известно, Бор в это время придерживался антитрадиционной точки зрения, согласно которой следовало признать в этом эффекте нарушение закона сохранения энергии. Паули же пытался найти решение проблемы, не выходя за рамки традиционных представлений об универсальности этого закона сохранения энергии. Он выдвинул идею, согласно которой недостающую энергию в бета-распаде уносит гипотетическая, не обнаруженная пока в экспериментах нейтральная частица — нейтрино. Как известно, в данном случае победил подход традиционный — через много лет были обнаружены «живые» нейтрино.

Можно напомнить и о случае, когда победила «сумасшедшая» идея — во всяком случае, идея, противоречащая установившимся представлениям. Речь идет о событиях, связанных с появлением понятия спина в физике. Известно, что в свое время к Паули обратился Крониг с замечанием, что можно навести порядок в систематике атомных спектров, если приписать электрону собственный вращательный момент со значением  $\hbar/2$ . Паули указал на то, что реально нельзя построить подобную модель электрона; точечная классическая частица не может обладать моментом вращения, а протяженная классическая модель вступает в противоречие с релятивизмом и т. д. Утверждение Паули казалось настолько убедительным, что автор отказался от публикации своей работы.

Независимо от Кронига Гаудсмит и Юленбек пришли к той же идее спина электрона. Они высказали свои соображения, в частности, Бору и Эренфесту, которые, конечно, превосходно понимали трудности физической реализации образа такого электрона, но более свободное отношение к традиционным представлениям дало им смелость не столь отрицательно отнестись к введению спина. Во всяком случае, Гаудсмит и Юленбеку удалось довести до опубликования эту, как впоследствии оказалось, фундаментальную важность работу.

Другой пример — длительная полемика Бора и Эйнштейна, этих гигантов физиче-

ской мысли и физической интуиции, создавших в основном фундамент и в существенной части само здание физики текущего столетия.

Научное кредо Эйнштейна характеризует, в частности, таким его высказыванием в предисловии к книге Лукреция Кара «О природе вещей»: «Глубокое впечатление должна оставить твердая уверенность Лукреция в познаваемости и соответственно причинной зависимости всего сущего». А вот что писал Эйнштейн в статье к 200-летию кончины Ньютона: «...фигура Ньютона означает больше, чем это вытекает из его собственных заслуг, ибо самой судьбой он был поставлен на поворотном пункте умственного развития человечества. Чтобы это образно представить себе, вспомним, что до Ньютона не существовало законченной системы физической причинности, системы, которая как-то отражала бы более глубокие черты внешнего мира». Из подобной оценки исторической роли Лукреция и Ньютона в науке следует, что во главу угла Эйнштейн ставит утверждаемый ими принцип причинности, который, по его мнению, является условием познаваемости всего сущего.

Эйнштейну были глубоко антипатичны попытки Бора, Крамерса и Слэттера (1923—1924 гг.) искать решение проблемы взаимодействия света с веществом в отбрасывании гипотезы о квантах света, в попытках получить согласие с экспериментом ценой отказа от строгого соблюдения закона сохранения энергии и количества движения в элементарных процессах. В апреле 1924 г. Эйнштейн пишет жене Макса Борна Ядвиге Борн: «Меня очень интересует мнение Бора по поводу излучения. Но мне не хотелось бы пойти на отказ от строгой причинности до тех пор, пока мы не нашли вместо этого чего-то совершенно иного. Мысль о том, что попадающий под воздействие луча электрон по свободной воле может выбирать время и направление дальнейшего движения, для меня невыносима. Если до этого дойдет, то лучше бы мне быть сапожником или маркером в игорном доме, а не физиком. Мои попытки дать квантам осязаемый образ постоянно терпят неудачу, но я еще не скоро оставлю надежду справиться с этим».

Законы сохранения энергии, как мы знаем теперь, выполняются в элементарных процессах. Искать решение проблемы на пути нарушения закона сохранения энергии было ошибочно. Здесь Бор не прав, а прав был Эйнштейн, предсказывая единство корпускулярной и волновой природы света. Но интуитивно, видимо, Эйнштейн предполагал единство, может быть, слишком механическое, и, во всяком случае, этого единства Эйнштейну найти не удалось. Оно было найдено в последующем развитии квантовой теории в существенной части с помощью Бора.

Триста лет назад Ньютон провозгласил универсальность сил тяготения. Свободное падение тел на Землю и движение планет в Солнечной системе — эти многообразные явления, единые по своей природе, обяза-



ны универсальному действию гравитационных сил. Единство бесконечно разнообразных случаев механического движения поразительно объединяется законами Ньютона.

Набирая материал для размышлений касательно часто обсуждаемого в физике «критерия простоты», заметим, как бы была проста физика, если б в природе в полной мере реализовалась чисто механическая концепция и если бы физическая реальность существовала только в форме реальности объектов механики Ньютона.

Механика Ньютона привела в единство колоссальное многообразие явлений. Но общим для этого многообразия являлось то, что оно было многообразием движений, медленных по сравнению со скоростью света. Именно такое многообразие было в практике того времени. Специальная теория относительности Эйнштейна привела к единству все существующее многообразие механических движений во всех диапазонах существующих в природе скоростей.

Известны утверждения, будто Эйнштейн показал несостоятельность ньютоновской механики. Эти утверждения — яркий пример недопустимости внеисторического анализа развития науки. Величию совершенного Ньютоном не наносит никакого ущерба величие совершенного Эйнштейном, так как при скоростях, малых по сравнению со скоростью света, механика Эйнштейна становится механикой Ньютона. Кроме того, повторим еще раз вслед за Эйнштейном: «...до Ньютона не существовало законченной системы физической причинности, системы, которая как-то отражала бы более глубокие черты внешнего мира».

Через полтора столетия после работ Ньютона Эрстед, Фарадей, Ампер показали, что магнитные силы возбуждаются движением электрических зарядов. Это единство электромагнитных явлений получило завершающее выражение в работах Максвелла.

Надо ли говорить о том, какое огромное практическое значение имело открытие этого единства. Человечество вступило, как стали говорить, в век электричества. Но не менее интересна и значительна та эволюция, вернее, по словам Эйнштейна, та революция, которая возникла в это время в представлениях о физической реальности. В своей творческой автобиографии Эйнштейн писал: «Самым увлекательным предметом во время моего учения была теория Максвелла. Переход от сил дальнего действия к полям, как основным величинам, делал эту теорию революционной».

Этот тезис Эйнштейн поясняет в статье «Механика Ньютона и ее влияние на формирование теоретической физики»: «Согласно концепции Фарадея, наряду с материальной точкой и ее движением появилась новая рода физическая реальность, а именно поле. Исходя из механических представлений, сначала пытались рассматривать поле как некоторое механическое состояние (движения или напряжения) гипотетической среды (эфира), заполняющей пространство. Но поскольку, несмотря на настойчивые попытки, такая механическая

трактовка не увенчалась успехом, постепенно привыкли рассматривать «электромагнитное поле» как последний, не сводимый ни к чему другому структурный элемент физической реальности». Еще одно высказывание, как бы итоговая оценка: «Это изменение понятия реальности является наиболее глубоким и плодотворным из тех, которые испытала физика после Ньютона». И далее: «Мы имеем две реальности: вещество и поле. Несомненно, что в настоящее время мы не можем представить себе всю физику построенной на понятии вещества, как это делали физики в начале девятнадцатого столетия. В настоящее время мы принимаем оба понятия».

Так в физике было утеряно то единство, которое обещало механическое мировоззрение.

Более того, в работах Эйнштейна раскрылось существование и своеобразного гравитационного поля, и это, как и последующее открытие слабого и сильного полей, увеличило многообразие явлений в мире.

Несколько лет назад возникла идея (Салам и Вайнберг) о возможном единстве слабых и электромагнитных взаимодействий. Эта идея оказалась эвристически ценной своими предсказаниями эффектов и характера взаимодействий, в частности, относительно существования так называемых

ИЕРАРХИЯ ДЛИН —  
ИЕРАРХИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

Длина, см	Мир физических явлений	Энергия ускоренных частиц
$10^{-8} - 10^{-7}$	Мир молекулярной физики Мир атомных явлений Атомные спектры	10 МэВ  10 МэВ
$10^{-11}$	Открытие рождения $e^+e^-$ пар- кивантовая теория Дирака	1—10 МэВ
$10^{-13}$	Физика атомного ядра	100—1000 МэВ
$10^{-14} - 10^{-15}$	Мир странных частиц	10—100 ГэВ
$10^{-17}$	(Раскрытие природы слабых взаимодействий)	100 000 ГэВ
?		
$10^{-33}$	Нелокальность гравитационного поля? Единая теория полей?	$10^{11}$ ГэВ

нейтральных токов. Она породила большой цикл экспериментальных работ, в которых были подтверждены предсказания теории. В настоящее время уверенность в единстве слабых и электромагнитных взаимодействий уже настолько сильна, что авторам этой теории недавно была присуждена Нобелевская премия. Существенно отметить, однако, что решающее для конкретного варианта этой теории предсказание еще ждет своего экспериментального подтверждения. Согласно данной теории, должны существовать заряженные и нейтральные мезоны в области очень больших масс — близких по порядку к 100 ГэВ. В различных странах в настоящее время строятся ускорители заряженных частиц такой энергии, которая могла бы в соответствующих столкновениях порождать мезоны подобных масс. С участием этих мезонов, которые давно носят название промежуточных, слабые взаимодействия сводятся к двойному взаимодействию, каждая ступень которого (промежуточное взаимодействие) является взаимодействием электромагнитного типа.

Но вернемся, однако, к теме многообразия и единства в природе в той ее части, которая касается идеи субкварков. Будет ли процесс «кваркования» продолжаться и дальше? Будут ли в дальнейшем чайки кричать мистеру Марку о новых частицах? Или дело кончится последним криком чайки, последней фундаментальной «матрешкой»?

Бросив общий взгляд на проблемы многообразия и единства, следует подчеркнуть, что квантовая теория привнесла совершенно новую ситуацию в старое понятие «состоит из...». Согласно этой теории, принципиально нельзя построить данный объект микромира из частиц все меньших и меньших масс, занимающих все меньшие объемы. Дело в том, что, согласно соотношению неопределенностей Гейзенберга (чаще говорят «соотношение неопределенностей»), энергия частицы, в следовательно, и масса должны возрастать с уменьшением их области локализации в данном объекте. По этой причине оказались в свое время несостоятельными модели ядра, в которых предполагалось, что электроны находятся в ядре как субстанции, связывающая протоны. Но в отличие от традиционных представлений о структуре материи, согласно которой объекты строились из частиц все меньших и меньших масс, возникла идея строить частицы данной массы из частиц, обладающих большими массами.

Так возникла идея строить мезоны из более тяжелых (в несколько раз) нуклонов и антинуклонов. Есть идеи построения нуклонов из более тяжелых кварков. Подобные идеи не могли возникнуть ни у Демокрита, ни у Лукреция, ни у физиков более позднего времени. Они могли возникнуть лишь в новое время вместе с теорией относительности после установления известного соотношения между массой и энергией  $E = mc^2$ . Согласно этому соотношению, энергия  $\Delta E$ , излучаемая при образовании системы частиц, уменьшает массу системы на величину  $\Delta m = \Delta E/c^2$ , и,

таким образом, масса системы оказывается меньше, чем сумма масс образующих ее частиц до их объединения. Так в проблеме структуры материи и древнем понятии «состоит из...» возникло нечто новое и, может быть, наиболее фундаментально важное за всю историю существования этого понятия. Если в старой атомистической концепции возникал вопрос о существовании какой-то мельчайшей из малых частиц, то в новой концепции законен вопрос о существовании в природе элементарной частицы предельно больших масс, которая могла бы играть роль элемента фундаментальной материи.

Спрашивается: есть ли какие-либо указания в современной теории относительно возможного кандидата на верхнюю границу в спектре масс элементарных частиц? Кажется, есть основания считать, что в качестве кандидата на такую роль могла бы претендовать так называемая масса Планка. Из абсолютно универсальных констант скорости света  $c$ , постоянной Планка  $\hbar$  и гравитационной константы  $\chi$  можно образовать величину размерности массы  $m_{Pl} \approx 10^{-5}g$ ; это примерно в  $10^{19}$  раз больше массы протона.

Абсолютно универсальные константы играют в природе ограничивающую роль. Константа  $c$ , в частности, связана с утверждением, что в природе нет скоростей тел больших, чем скорость света, константа  $\hbar$  связана с утверждением, что в природе нет действия меньше  $\hbar$ . Если принять, что абсолютно универсальная константа массы  $m_{Pl}$  также должна играть ограничивающую роль, то можно предположить, что в природе нет элементарных частиц с массой большей, чем масса  $m_{Pl}$ , что это — максимальное значение, которое может принимать масса элементарной частицы. Эту предельную частицу естественно называть «максимомом». Из этих же абсолютно универсальных констант  $c$ ,  $\hbar$ ,  $\chi$  строится и величина размерности длины (длина Планка)  $L_{Pl} = 10^{-33}$  см, которая как формальная комбинация констант давно бытует в современной теории. Если полагать, что абсолютно универсальная константа длины  $L_{Pl}$  должна играть в природе также ограничивающую роль, то естественно считать, что в природе не имеют физического смысла длины, меньшие длины Планка. То есть, что нет в природе такого физического процесса измерения, который может дать сведения о существовании длин, меньших, чем планковская, и, естественно, о существовании каких-либо физических процессов в столь малых областях пространства. Таким образом, речь может идти действительно о какой-то последней физической «матрешке» в структуре материи, о последнем «крике чайки»... Видимо, в области планковских длин сравниваются по величине все виды взаимодействия и реализуется их совершенное единство, то единство, о котором пока только мечтается. Не исключено, что оно уже математически реализовано, но еще просто нами не осмыслено в большом потоке публикуемых физическими журналами работ.



Заканчивая очерк проблемы многообразия и единства форм материи, я чувствую необходимость в некотором послесловии. Оно вызвано желанием прояснить точку зрения автора на некоторые фундаментальные характеристики единой картины мира, о которой шла речь. Очень не хотелось бы, чтобы осталось впечатление, что единая картина мира обязательно требует какой-то пока не известной нам первоматерии, из которой построено все сущее.

Свойства первоматерии не могут быть получены или истолкованы как результат каких-то более фундаментальных свойств. Свойства первоматерии должны быть ей приписаны. Стоит вдуматься в слова Ньютона (разумеется, с корректировкой, обусловленной нынешним пониманием сути дела): «...Бог с самого начала сотворил вещество... и придал ему... свойства... какие ему нужно было для той цели, для которой он их сотворил...». Здесь своя логика, которая пресекает всякие попытки научного подхода к исследованию свойств первоматерии.

Теперь уместно привести одну цитату из доклада Эйнштейна на юбилее профессора А. Стодолы, произнесенного еще в 1929 г.: «Если говорить честно... мы хотим не только знать, как устроена природа (и как происходят природные явления), но и по возможности достичь цели, может быть, утопической и дерзкой на вид, — узнать, почему природа является именно такой, а не другой. В этом ученые находят наивысшее удовлетворение. В этом состоит прометеевский элемент научного творчества».

«Дерзкая мечта» представляется отнюдь не утопической. Кажется естественной мысль: единая картина мира должна быть внутренне замкнутой в том смысле, что в ней должна реализоваться убедительным образом ее единственность. Другими словами, единая картина может существовать лишь в том виде, в котором она существует. Это значит, что если и пользоваться термином «первоматерия», то свойства первоматерии должны не «задаваться богом», как об этом писал Ньютон, а должны естественным образом получить свои характеристики в коллективе многообразий и единств, к которому принадлежит эта форма реальности. И должны получиться ее свойства именно такие, а не другие.

В свое время в одной из публикаций мне пришлось коснуться ряда аспектов проблемы первоматерии и, в частности, существенной роли в картине мира обстоятельства, которое связано с понятием всеобщего взаимодействия. Было обращено внимание на то, что любая из так называемых элементарных частиц требует для своего полного, исчерпывающего описания наличия всех существующих в природе других частиц из-за прямого или непрямого взаимодействия между ними. Каждая элементарная частица в какой-то мере «состоит из всех элементарных частиц», то есть, образно говоря, «все состоит из всего».

Как известно, многие грезили о законченной, единой всеобщей теории мира, построенной из небольшого числа аксиом наподобие евклидовой геометрии. Возможно,

построение такой единой теории близко к тому, о чем мы ведем речь, но только, видимо, с одним условием. В отличие от геометрии при единственной Вселенной не должно быть места для какой-либо равноправной другой, так сказать, «неевклидовой физики». Иначе, образно говоря, природа стояла бы перед трудностями выбора «варианта физики».

В последних фразах содержится лишь повторение мысли Эйнштейна о дерзкой цели науки «узнать, почему природа является именно такой, а не другой».

Мы говорили, что в методологии поисков единой картины мира часто упоминается так называемый «критерий простоты».

«Сложность», «простота» — в общем-то субъективные понятия, и вопрос заключается в том, насколько возможно придать в физике «критерию простоты» объективное содержание. Картина мира была бы очень проста, если бы, например, все явления природы могли быть сведены к явлениям механики. У нас была очень простая картина строения материи, когда в нашем распоряжении были две структурные частицы — протон и электрон. Но природа не захотела быть такой простой. У нас были намерения создать простую электромагнитную картину природы, но такая простота не реализовалась. Мы давно знаем, что существуют взаимодействия электромагнитные, слабые, сильные и гравитационные, и в течение многих десятилетий пытаемся построить последовательную, без внутренних противоречий теорию электромагнитных взаимодействий, независимую от других взаимодействий. В такой теории возникли расхожимости (появление бессмысленных бесконечностей), которые в рамках электродинамики преодолеть не удалось. В сущности, вся эта деятельность была направлена на выявление варианта наиболее простого объективного мира, и в этом творчестве, в поисках предельной простоты, мы пока терпим поражение. В то же время Эйнштейн резюмирует эволюцию науки словами: «Эволюция происходит в направлении все увеличивающейся простоты логических основ». А Гейзенберг в одной из своих работ («Что такое «понимание» в теоретической физике») пишет: «Все еще может считаться лучшим критерием корректности новых концепций старая латинская поговорка «Simplex sigillum veri» («Простота — это признак истинности»), которая была выведена большими буквами в аудитории Геттингенского университета».

Правда, несколькими строками выше в этой же статье Гейзенберг говорит: «Однако в конечном итоге меня лично в корректности физических концепций убеждает простота этой концепции на фоне богатейшего разнообразия запутанного экспериментального материала».

Последнее замечание Гейзенберга кажется ближе к тому толкованию представлений о простоте, которым хотелось бы закончить эти размышления. Ряд приведенных здесь примеров свидетельствует о том, что многое, казавшееся нам простым, не реализуется в природе. С другой стороны,



основное достижение эволюции заключается в том, что она ведет ко все большему и большему единству все более и более широкого многообразия. Возникает мысль, что, может быть, достигаемое реальное единство, вернее, понимание этого единства, и есть объективный источник складывавшегося у нас представления о простоте картины мира.

Другими словами, конкретная, реальная простота, вернее, ее констатация, носит характер, если можно так сказать, существенно «постфактумный». Поэтому она не может в силу своей «предварительной неизвестности» быть действенным критерием в поисках истины.

## КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ФИЛОСОФИЯ

Академик Н. БАСОВ.

Философский анализ результатов специальных наук приобретает особо важное значение в тех случаях, когда в сумме добытых знаний появляется новое качество, из большого количества полученных результатов возникает результат качественного характера. Задача философской науки состоит в том, чтобы вовремя заметить появление нового качества, выделить его общие и специфические стороны, раскрыть значение для развития естествознания в целом, найти ему место среди наиболее общих закономерностей окружающего нас мира.

Традиционно философская наука обращает внимание на такие области, как физика элементарных частиц, космология и астрофизика, квантовая теория. И это вполне понятно: история науки свидетельствует, что именно на этом пути были сделаны открытия, значительно повлиявшие на наши представления об окружающем мире. Однако традиция связывать философские вопросы физики в первую очередь с этими разделами не должна мешать вовремя заметить и оценить философское значение результатов других ее разделов. В современных условиях, когда развивается много различных новых направлений, роль философии как связующего звена между представителями отдельных дисциплин и широкой научной общественностью существенно возрастает. При наличии многих новых направлений науки более широкий философский взгляд на каждое из них представляется необходимым. Но, по-видимому, традиция все еще сильно — ряд направлений современной физики пока что не удостоился достаточного внимания философов. К их числу принадлежит и квантовая электроника.

Но содержится ли в квантовой электронике материал для философского анализа? Есть ли в ней то новое качество, о котором шла выше речь? В связи с этим отметим, что уже сам факт образования в физике, равно как и в любой другой науке, нового самостоятельного направления

свидетельствует о происшедшем в ее развитии качественном изменении. Поэтому вопрос заключается не в том, есть или нет новое качество в квантовой электронике, а в том, как это качество найти, суметь увидеть в конкретной специфике этого качества общее философское содержание.

Попробуем взглянуть на основной прибор квантовой электроники — лазер глазами философов. Лазер — это устройство, в котором энергия, например, тепловая, химическая, электрическая, распределенная между большим количеством степеней свободы и вследствие этого характеризующаяся высокой энтропией, преобразуется в энергию электромагнитного излучения — в лазерный луч с предельно низкой энтропией. При таком преобразовании часть энергии неизбежно теряется, кпд многих существующих лазеров невелик, но важно то, что полученная в результате лазерная энергия обладает несравненно более высоким качеством. Качество лазерной энергии определяется возможностью ее высокой концентрации и передачи на значительное расстояние. Лазерный луч можно сфокусировать в крохотное пятнышко диаметром порядка длины световой волны и получить плотность энергии, превышающую уже на сегодняшний день плотность энергии ядерного взрыва. С помощью лазерного излучения уже удалось достичь самого высокого значения температуры, давления, напряженности магнитного поля. Наконец, лазерный луч является самым емким носителем информации и в этой роли принципиально новым средством ее передачи и обработки.

История развития человеческой цивилизации неразрывно связана с освоением новых видов энергии. При этом освоение новых видов энергии означает создание и новых средств повышения ее качества. Превращение тепла в механическое движение, механического движения — в электричество, электричества — в электромагнитные волны радиодиапазона — все это ступени последовательного восхождения в процессе овладения более высококачественными видами энергии. Но создание лазеров представляет собой нечто большее, чем просто овладение новым видом энергии. В современном производстве лазеры непосредственно выступают в роли орудий труда, в основе применения которых заложен новый принцип воздействия на предмет труда. Поэтому начинающееся широкое применение лазеров в производстве означает революцию в орудиях труда — наиболее гибком и подвижном элементе производительных сил. Напомним, что, согласно взглядам К. Маркса, именно с качественных преобразований в орудиях труда начались в прошлом революции в производительных силах общества и что «экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда».

Ясно, что уже простая констатация отмеченных здесь фактов ставит перед философской наукой целый ряд проблем,



связанных с познанием специфики современной НТР и прогнозированием тех преобразований в жизни общества, которые будут вызваны все более широким применением лазерной техники и технологии.

Квантовая электроника — результат синтеза идей трех разделов физики: атомной физики, радиофизики и оптики. Каждой из этих дисциплин присущи свои методы. Кроме того, надо также учитывать, что по мере развития каждой науки могут меняться и ее методы. Поэтому, говоря дальше о методе квантовой электроники, мы будем иметь в виду те возможности, которые, как нам представляется, определяют ее лицо в будущем.

Изложение принципов квантовой электроники часто начинают с явления вынужденного излучения в квантовых системах, теоретически предсказанного А. Эйнштейном в 1916 г. Это явление лежит в основе работы всех созданных в квантовой электронике генераторов и усилителей в оптическом и радиодиапазонах длин волн. Для получения усиления электромагнитных колебаний благодаря вынужденному излучению необходимо, чтобы квантовые системы, например, атомы или молекулы, находились в термодинамически неравновесном инвертированном состоянии. Это означает, что число таких систем на более высоком энергетическом уровне должно быть больше их числа на более низком уровне. Среду, в которой создана инверсная населенность, в квантовой электронике принято называть активной. Разнообразие имеющихся на сегодняшний день лазеров определяется тем, что в качестве активных сред для них используются все формы состояния вещества — газы, жидкости, твердые тела, плазма. Оглядываясь назад, на то время, когда существовал только один-единственный твердотельный лазер на рубине, можно утверждать, что именно наличие большого количества принципиально отличных сред и большого разнообразия систем энергетических уровней в каждой из них предопределило бурное, отвечающее запросам практики начало развития квантовой электроники. Поэтому поиск различных активных сред можно рассматривать как метод квантовой электроники на ранней стадии ее развития. Работа в этом направлении не потеряла своей актуальности и сегодня. Например, весьма важной как с познавательной, так и с точки зрения практических приложений является работа по созданию рентгеновского лазера. Одна из возможностей здесь состоит в использовании в качестве активной среды высокотемпературной плазмы.

Кроме разработки лазерных систем, использующих принципиально новые активные среды и системы уровней в них, развитие квантовой электроники с самого начала шло и по пути повышения качества (полезности) излучения уже существующих. Для многочисленных применений требовалось увеличение мощности излучения, уменьшение угловой расходимости лазерного луча и длительности лазерного им-



пульса, повышение стабильности частоты и улучшение ряда других характеристик, определяющих в целом качество лазерной энергии. На этом пути в настоящее время мы добились довольно многого. Можно было бы привести большой список результатов, каждый из которых является уникальным. Но нас интересуют сейчас не сами результаты, а причины, способствовавшие успеху.

Почему лазер вообще обладает способностью повышать качество энергии, уменьшая ее энтропию, в чем состоит суть этого процесса? Для ответа на этот вопрос заметим, что лазер не единственное созданное человеком устройство, в котором осуществляется повышение качества энергии. Аналогичную функцию, например, выполняет и паровая машина. Изучение различных конкретных устройств, в которых осуществляется преобразование энергии с повышением ее качества (уменьшение энтропии), показывает, что общим свойством таких устройств является наличие в них нелинейности.

С понятием «нелинейность» физики знакомы давно. Строго говоря, не существует реальных физических систем, совсем свободных от нелинейности. Однако задача изучения нелинейности, как главного свойства, определяющего поведение системы, по-видимому, впервые возникла в радиотехнике. Это связано с тем, что в основе работы всех радиотехнических устройств, осуществляющих генерацию и прием радиоволн, лежат нелинейные явления колебательного характера. Заслуга в открытии нелинейных явлений в колебательных системах как самостоятельного круга



физических задач принадлежит школе выдающегося советского физика Л. И. Мандельштама, который первым обратил внимание на необходимость выработки в физике нового, «нелинейного мышления». До его работ существовали лишь частные подходы к анализу отдельных нелинейностей в различных физических задачах. Заслуга Л. И. Мандельштама состоит в том, что он отчетливо понял: возможности линейной теории принципиально ограничены, и за ее пределами лежит огромный круг явлений, требующих разработки новых, нелинейных методов анализа.

С тех пор прошло более 40 лет. Идея школы Мандельштама прочно вошла в современную физику, яркий пример тому — квантовая электроника. Именно использование различных нелинейных явлений позволило квантовой электронике добиться отмечавшихся выше успехов в повышении качества лазерной энергии. Громадную роль при этом сыграл накопленный радиотехникой опыт, однако в использовании и познании нелинейных явлений квантовая электроника пошла существенно дальше. Радиотехника имеет дело главным образом с нелинейной теорией колебаний, для развития квантовой электроники потребовалось создание нелинейной теории волновых явлений. Работы в этом направлении у нас в стране начал и долгое время возглавлял Р. В. Хохлов, под его руководством отечественные школы нелинейной акустики и нелинейной оптики заняли ведущие мировые позиции.

Важное свойство, отличающее нелинейные системы от линейных, — отсутствие для них принципа суперпозиции: для нелинейных систем «результат каждого из воздействий в присутствии другого оказывается не таким, каким он был бы, если бы другое воздействие отсутствовало». Для многих нелинейных систем существуют такие области изменения их состояния, в которых они могут приближенно рассматриваться как линейные, причем нелинейные свойства возрастают при приближении к границам таких областей. Специфика квантовой электроники как раз в том и состоит, что в ней мы имеем дело с такими значениями плотности потока энергии, при которых автоматически оказываемся за пределами применимости линейной теории взаимодействия света и вещества. Используя нелинейные явления, мы научились осуществлять такие процессы, которые в линейной области казались невозможными. Например, посылая на кристалл луч рубинового лазера и невидимое для глаза инфракрасное излучение от какого-либо предмета, мы умеем получать изображение этого предмета в видимом свете. В линейной области в силу принципа суперпозиции оба луча прошли бы через кристалл независимо, и такое преобразование оказалось бы невозможным.

Можно утверждать, что познание и использование различных нелинейных явлений стало в квантовой электронике основным, определяющим ее развитие методом, возможности которого еще далеко не ис-

черпаны. Именно в квантовой электронике нелинейные явления превратились из вещи в себя в вещь для нас.

Нам представляется, что философское осмысление закономерностей нелинейных явлений и методов их познания позволило бы глубже раскрыть и конкретизировать целый ряд важных аспектов диалектики качественных превращений во всей окружающей человека действительности. Настоятельная необходимость такого осмысления диктуется тем, что не только в процессе научного познания, но и в своей повседневной практике мы фактически сталкиваемся с различными проявлениями нелинейных закономерностей. Развитие производительных сил современного общества достигло таких масштабов, и воздействие их на природу столь возросло, что реакция природы на это воздействие приобрела нелинейный (необратимый) характер. Существует, например, большой перечень проблем, определяемых единым термином как глобальные. К ним обычно относят вопросы загрязнения окружающей среды, истощения энергетических и сырьевых ресурсов, нехватку продуктов питания, неконтролируемый рост численности населения. По существу, все эти проблемы суть проявление некоторых общих нелинейных закономерностей. Мир в целом вышел за рамки линейного приближения. Задача заключается в том, чтобы научиться в нем жить, выработать на основе познания нелинейных закономерностей адекватные этому миру практические способы действия в нем. Знание общих, присущих нелинейным системам закономерностей, опыт, полученный при их познании в конкретных науках, в частности в квантовой электронике, помогут нам в этом.

**Мы** живем в эпоху интенсивного развития науки и техники. Характерная особенность этого развития состоит в том, что одна или несколько новых фундаментальных идей дают возможность возникнуть большому количеству новых идей, новых подходов к решению таких задач, о которых ранее можно было только мечтать. Сложилась ситуация, при которой возник избыток идей, ситуация, когда для разработки всех идей сразу не хватает ученых, а объем выполняемых работ ограничен отпускаемыми на науку средствами.

Для этапа постепенного развития науки, наоборот, характерны нехватка общих идей, появление избытка ученых, и именно идеи ограничивают объем научной продукции. Сегодня мы являемся свидетелями революционной ситуации во многих науках одновременно. Чрезвычайно быстро расширяется фронт исследований, возникают новые научные направления, увеличивается разрыв между числом проблем, выдвигаемых развитием науки и запросами практики, и реальными возможностями их решения.

Еще сравнительно недавно развитие вновь возникающих крупных направлений науки и техники обеспечивалось выделением дополнительных средств, подготовкой новых специалистов. В результате за по-



следние 30 лет численность научных работников у нас в стране увеличилась в 10 раз. Еще быстрее численность научных кадров росла в ведущих областях естествознания, и прежде всего в физике. Например, кадры ФИАН в этот период выросли в 15 раз — это связано с участием института в разработке таких новых проблем, как атомная энергетика, физика полупроводников, квантовая электроника. Но сколь долго подобный рост может продолжаться? Скорость появления новых направлений в настоящее время такова, что дальнейшее развитие даже за счет линейного роста их обеспечения не представляется возможным. Произошло насыщение. Уже сейчас новые направления приходится развивать, исходя из имеющихся общих материальных и людских ресурсов. С настоятельной необходимостью возникает проблема выбора перспективных направлений, планирования развития науки.

В предыдущие годы, развивая новые области науки и техники, мы в ряде случаев вели работу на основе долгосрочных комплексных программ. Эти программы предусматривали фундаментальные и прикладные исследования не только по данной проблеме, но и в связанных с ней областях, привлечение к работе большого количества институтов и других организаций, ученых и инженеров из различных отраслей науки и техники, единый механизм управления, финансирования и внедрения полученных результатов. На основе таких программ развивались атомная промышленность, космические исследования и другие важнейшие отрасли науки. Осуществление комплексных программ научных исследований основывалось на долгосрочном научном прогнозировании, причем при принятии комплексных программ, кроме научно-технических, учитывались политические, экономические, социальные, экологические и другие последствия их выполнения.

Отметим, что наша страна была первой, применявшей программно-целевой подход к использованию в народном хозяйстве достижений передовой науки и техники. Именно социализм дает возможность сконцентрировать значительные силы на выбранном перспективном научном направлении, а полученные результаты использовать в интересах всего общества.

Сегодня достигнутый уровень фундаментальных наук, техники и технологии, экономический потенциал нашей страны, наличие подготовленных квалифицированных кадров позволяют составить и осуществить целый ряд комплексных научных программ. На необходимость разработки таких программ указывалось на XXIV и XXV съездах КПСС. В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года, принятых на XXVI съезде КПСС, также подчеркивается важность разработки и реализации целевых комплексных программ.

В настоящее время Академия наук СССР совместно с другими ведомствами

выполняет крупнейшие научные программы. Среди них программы развития ядерной энергетики страны, физики высокотемпературной плазмы и управляемого термоядерного синтеза, электронных вычислительных машин и др. Реализация подобных программ требует колоссальных ресурсов, в первую очередь людских. Даже крупные страны с высоким научно-техническим потенциалом не могут себе позволить взяться за одновременное осуществление большого количества таких программ. Поэтому планирование развития науки в нашем обществе на современном этапе — это прежде всего правильный выбор научных программ, установление очередности разработки проблем внутри каждой из них, концентрация основных научных сил и материальных ресурсов на работах, связанных с их выполнением. При этом необходимо научиться преодолевать инерцию устоявшихся направлений работы, перекладывать материальные средства и научные кадры на выполнение задач, вовремя выявлять и своевременно прекращать перспективные исследования. Говоря о необходимости улучшения организации всей системы научных исследований в нашей стране, Л. И. Брежнев в своем выступлении с Отчетным докладом ЦК КПСС на XXVI съезде подчеркнул, что «эта система должна быть значительно более гибкой и мобильной, не терпящей бесплодных лабораторий и институтов».

Отсюда вытекает возросшая на всех уровнях руководства ответственность в принятии решений по вопросам развития науки. Ведь в наше время наука выступает в роли непосредственной производительной силы, от ее развития зависят экономическая мощь и обороноспособность страны. «Партия коммунистов исходит из того, что строительство нового общества без науки просто немыслимо», — сказал Л. И. Брежнев на XXVI съезде партии. При современных темпах развития науки результаты, еще неуверенно получающиеся сегодня в лабораторных условиях, завтра могут привести к возникновению целой отрасли промышленности, оказать существенное влияние на жизнь общества. Поэтому сейчас, как никогда, важно с самого начала заметить, не пропустить, оценить перспективность всего нового, что дает нам наука, и наряду с программами работ по наиболее перспективным направлениям необходимо иметь и широко развитую фундаментальную науку, призванную, во-первых, обеспечить высокий общий научный уровень и, во-вторых, предохранить от недооценки важных новых направлений на ранней стадии их зарождения.

Философское осмысление новых направлений науки, их перспективности, возможного влияния на жизнь общества и технический прогресс приобретает все большее значение. Эта задача должна решаться объединенными усилиями представителей философской науки и естествознания. Философские вопросы естествознания должны быть в центре внимания современной науки.

# БРАТСКОЕ СОДРУЖЕСТВО НАРОДОВ

Не успели отгреметь бои гражданской войны, а рабочие и крестьяне Страны Советов сели за парты. Невежеству и бескультурью была объявлена война. Тогда возникло новое слово «ликбез» (ликвидация безграмотности), появилось общество «Долой неграмотность». Тысячи школ ликбеза, красные чумы и агитпоезда работали по всей стране. Не имевшие раньше письменности оленеводы тундры и жители высокогорных аулов получили свой алфавит.

Богатства культуры, ранее недоступные миллионам трудящихся, стали доступны всем. Без взаимопомощи всех советских народов трудности борьбы с темнотой и безграмотностью не были бы преодолены.

Вспоминая те далекие годы, товарищ Л. И. Брежнев отмечал, что «там, где веками насаждалась психология национального эгоизма, прочно утвердился интернационализм. Новыми яркими красками засияли взаимно обогащенные национальные культуры, образующие единую советскую социалистическую культуру».

## УЧЕБНИКИ — УКРАИНЕ

29 июля 1921 года

Слушали: Об ассигновании Наркоматом внешней торговли РСФСР 500 тыс. руб. золотом на закупку за границей учебников на украинском языке.

Постановили: а) Ассигновать 500 тыс. рублей золотом на закупку украинских учебников за границей.

Из протокола заседания СТО об ассигновании денег Наркоматом внешней торговли (НКВТ) на закупку учебников.

## СООБЩЕНИЕ ЦСУ

На Украине ежегодно издается более 9 тысяч книг и брошюр общим тиражом более 155 миллионов экземпляров, учебной литературы — более 600 названий общим тиражом 475 миллионов экземпляров, каждый год выходит более 1700 названий газет.

## МОСКВА, ЛЕНИНУ

13 января 1923 года

Уездный съезд работников просвещения на Роменщине шлет Вам, дорогой Владимир Ильич, теплый и очень искренний привет, желая Вам здоровья, которое так необходимо для дальнейшей работы на пользу советских республик. Мы все, как один, отдадим свои силы и знания для воспитания будущих граждан первой в мире Советской республики.

Телеграмма съезда работников просвещения Роменского уезда Полтавской губернии.

## НА ЛИКВИДАЦИЮ НЕГРАМОТНОСТИ

6 января 1925 года

Совет Народных Комиссаров Союза ССР постановляет:

На основании представленного материала распределить 1 833 651 руб. между наркомпросами союзных республик на ликвидацию безграмотности следующим образом:

РСФСР	1 172 651 руб.
Украинская ССР	350 тыс. руб.
Белорусская ССР	72 тыс. руб.
ЗСФСР	110 тыс. руб.
Туркменская ССР	29 тыс. руб.
Узбекская ССР	100 тыс. руб.

Из постановления Совета Народных Комиссаров СССР.

## ПОЛИТИКУ СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ ПО РАСКРЕПОЩЕНИЮ ЖЕНЩИН СЧИТАЕМ ПРАВИЛЬНОЙ!

20 апреля 1927 года

17 апреля 1927 года жители Ошской волости на собрании постановили:

Принимая во внимание культурную отсталость, обещаем отдать в школу своих жен и дочерей.

Обещаем не надевать паранджи с настоящего времени молодым девочкам.

Паранджа является выдумкой духовенства, коим (она) нужна для агитации, будем бороться и уничтожим паранджу.

Из протокола общего собрания граждан Ошской волости Киргизской АССР.

## ТАДЖИКИСТАН. ТОРЖЕСТВО ПО СЛУЧАЮ ОТКРЫТИЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ В ГАРМЕ

27 декабря 1925 года

В Гарме открылась начальная школа «Бедорин точик» (в переводе — пробуждение





## ● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

Макушка лета. Самая светлая, теплая и душистая пора. Полуденный ветерок, залетая в липовые урочища, уносит с собой медовый дух цветущих лип. Ночами благоухает орхидея северных лесов — любка. И земляника — самая ароматная лесная ягода поспевает на пригреве. Над сенокосными полянами в нагретом воздухе висит густая смесь всех травяных запахов. Но птичьих песен в тех же лесах день ото дня меньше. Еще до равноденствия один за другим перестали петь соловьи. После них, пропев несколько дней, смолкли дрозды, поубавилось поющих яблорозов и коньков. Но еще никто из певчих птиц не покинул родину, и утром, пока под зеленым пологом держится приятная свежесть, то кукушка покукует, то споет весничка, несколько раз повторит весенний напев зарянка, позвонят овсянка и синица. А в полдень, когда в перегретом бору запахнет сосновой живицей, раздаются с вершин деревьев лишь воркование разомлевшей от жары горлицы да переливистый свист иволги.

Многих лесных пернатых певцов, даже самых известных, по внешнему облику знают мало. Особенно тех, которые на виду не поют, на землю с деревьев не спускаются и живут в лесу с прилета до отлета. Иволга известности не занимает, за два с половиной — три месяца ее пребывания на родине можно ежедневно слышать голос птицы-флейты и ни разу не увидеть ее.

В тех местах, где селятся иволга, нет перелеска, хотя бы одной рощицы, где в начале лета не слышался бы ее голос. Да что в лесах: в парках и скверах городов и поселков, в лесных полосах, в старых садах, где есть деревья хотя бы вдвое выше человеческого роста и где могут иволги жить и гнездиться, редко попадаясь на глаза, они постоянно заявляют о своем присутствии переливчатым «фиу-лиу-лиу». Не влекут их лишь



## И В О Л Г А

Кандидат биологических наук Л. СЕМАГО (г. Воронеж).

молодые, без примеси других пород сосняки. Сосна становится пригодным для гнездования иволги деревом, когда ему за пятьдесят, когда оно перестает расти вверх.

Места обитания (ареал) птиц чаще всего связаны с распространением их основного корма. Но ареал иволги в Европе и Западной Сибири целиком уместается в зону, занятую липой, и выходит за ее пределы только в Казахстане. Несовпадают лишь северные границы: иволга не долетает до высокоширотных мест произрастания липы. Ареал другой иволги, черноголовой, на Дальнем Востоке также вписывается в зону тамошних видов лип.

Однако между деревом и птицей нет никаких пищевых связей: липа непривлекательна для листогрызущих насекомых и поэтому не может прокормить ни взрослую иволгу, ни тем более семью с птенцами. Дело здесь в другом. Липа — лубяная порода, а птице-корзиннице обязательно нужно надрать немного лыка, чтобы сделать рогожную основу гнезда-кошелошки. Легкая клетушка потом устилается травинками, корешками, перьями, берестой и прочей ветошью. (В городе вместо лыка часто идут обрывки бумажного шпагата, пакля, а

вместо бересты и перьев — автобусные билеты. Где нет липы, годится вязовое мочало и даже яблоневое.)

Иволга — птица скворцового роста, но выглядит чуть крупнее скворца, у которого хвост и крылья немного короче, чем у нее. И красоты особенной. Самец, как это часто бывает у птиц, наряднее. Весь в ярко-желтом перье. Черные крылья, два средних пера в хвосте тоже черные, а на остальных желтого и черного поровну. Узкое желтое «зеркальце» на крыле, но у старых птиц эти перья белые. Красный с черной точкой зрачок глаз, красноватый клюв. Только три цвета у птицы.

И только по трем голосам узнаешь, что в лесу живут иволги. Первый — громкий и сильный свист, и в то же время мягкий и очень музыкальный. Он настолько приятен и мягок, что кажется вылетающим из губ, а не из острого клюва. (Его чуть ли не каждый скворец высовывает задолго до прилета самой первой иволги.) Этим свистом иволга извещает о своем прилете, сроки которого отличаются поразительным постоянством: какая бы весна ни была на Русской равнине, на второй неделе мая в ее рощах обязательно прозвучит громкий флейтовый призыв. Частенько прилет совпадает с цве-



тением садов. Лист на деревьях еще светлый, мелкий и редкий, а поздние дубы и вовсе не распускались. В эти дни удается увидеть сразу не одну, а несколько иволг: черно-желтые самцы, словно играя или состязаясь, гоняются друг за другом в полупрозрачных кронах. Птицы эти испуганны, но на землю спускаются так редко, что создается впечатление, будто земная твердь не нужна им вовсе.

В июне чаще слышен резкий выкрик, похожий на кошачий вопль, за что кое-где иволгу называют лесной кошкой. Этот вопль не что иное, как боевой клич иволги. Им она предупреждает, с ним нападает на тех, кто посягает на участок, на гнездо, кто даже случайно оказывается поблизости. Смелая птица решительно бросается на сороку, на ворону, не робеет даже перед тетеревиатником. Она не доверяет и довольно миролюбивому грачу и гонит его прочь с такой яростью, словно грачи самые отвратительные грабители чужих гнезд. Обладая преимуществом в скорости и маневре, иволга ловко наносит удары сверху, и черная птица удирает, не имея возможности защищаться на лету.

Есть у иволги и семейные звуки. До появления в гнезде птенцов, когда самка насиживает, самец в спокойной обстановке поет свою тихую песню, которая совершенно не вяжется ни с ее красивым свистом, ни с роскошной внешностью певца. Какое-то негромкое,

нескладное и неразборчивое щебетание без конца и без начала. Оно немного похоже на зимнюю песню сойки или домового воробья. Если не мешает шелест листвы, песни и крики других птиц, то в этом щебетании можно уловить и чужие голоса. Выходит, что у иволги есть кое-какие способности пересмешника.

Гнездо свое иволга прячет очень умело. Аккуратная корзиночка сплетена в развилке тонкой ветки, но как бы ветер ни тряс дерево, как бы ни гнул, ни трепал ветку, яйца из той корзиночки не выкатятся, потому что по внутреннему ее краю сделан сплошной валик. Среди птиц ее роста нет более искусных строителей, чем иволга.

Осторожна иволга у гнезда и врагов встречает в стороне от него: уж очень заметна сверху яркая белизна крупных с редким черным крапом яиц. И птенцы в гнезде сидят тихо-тихо. Но когда покидают его, то, пользуясь совершенством своей маскировки, становятся, наоборот, очень крикливыми, ежеминутно издавая громкое, троекратное «хихиканье». Это не просящее, а прямо-таки требовательное «хихиканье» звучит в июле: слетки дают знать родителям, где сидит каждый из них. Громкие голоса птенцов слышны далеко, как маячные сигналы. У пернатого же хищника мало шансов обнаружить неподвижного иволжонка. В наряде молодой иволги нет яркости взрослой птицы, зато на кронах деревь-

ев уже есть пожелтевшие и пожелтевшие от июльской жары листья, и затаившийся короткохвостый слеток сам, словно лист, повисший на веточке. При близкой опасности тревожный приказ матери заставляет птенца замолчать, как бы ни был он голоден.

Иволга разыскивает в кронах берез, дубов, тополей гусениц-невидимок, зеленых и зеленоватых, гладких гусениц бражников, пядениц, хохлаток, листовёрток, совок, личинок пилильщиков, набитых пережеванной листвой деревьев. Годятся и мохнатые гусеницы шелкопрядов, но это во вторую очередь. На таком сочном корме ни взрослые, ни птенцы в гнезде не испытывают жажды. И семья иволг может и в самое засушливое лето безвылетно прожить в лесу, где нет родничка и луж не бывает даже после проливных дождей. Несколько капель утренней росы, несколько дождевых капель с листьев достаточно, чтобы не пить весь долгий день. А с середины лета начинается лесная ягода — бузина, черемуха, земляника, малина, жимолость, ландыш, — до которой иволги охоты не меньше дроздов и которую они сами немало насылают по всем лесам.

Улетают от нас иволги на африканские зимовки семьями в августе. Скликая по утрам друг друга, собираются вместе. Птичьих голов в это время мало, а песен нет и вовсе, вот и кажется, что во всем лесу только одни иволги, да проvojaющие их теньковки.

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зам. илл.отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор В. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда», «Наука и жизнь», 1982.

Сдано в набор 22.03.82. Подписано к печати 29.04.82. Т 08051. Формат 70×108/16. Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. кр.-отт. 18,2. Тираж 3 000 000 экз. (1-й завод: 1—1 850 000 экз.) Изд. № 1319. Заказ № 2258.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина, 125865, ГСП, Москва, А-137, улица «Правды», 24.





Иволга у гнезда:    самец ▼    и самка ▲





ТОТМА



2



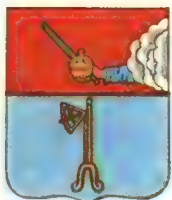
АРХАНГЕЛЬСК



5



ЛАЛЫ



ХОЛМОГОРЫ

1, 4. Эмблемы Архангельска и Вологды на полковых знаменах 1712 г. 3. Рисунок флага из записной книжки Петра I (1701 г.). 2, 5, 6. Гербы Архангельска, Вологды и Великого Устюга из Гербовника (1730 г.). 7—9. Прототипы гербов Вологды, Великого Устюга и Олонца — рисунки из книги «Символы и Емблемата» (1705 г.).



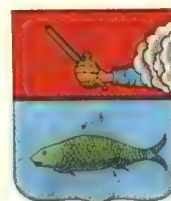
1



3



4



ОНЕГА



СОЛОВЬЕГОДСК



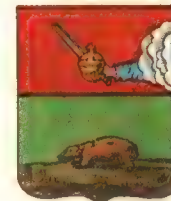
ВОЛОГДА



КРАСНОБОРСК



НИКОЛЬСК



ШЕНКУРСК

## ГЕРБЫ ГОРОДОВ ВОЛОГОДСКОЙ И АРХАНГЕЛЬСКОЙ ГУБЕРНИЙ

(см. статью на стр. 58)



ЯРЕНСК



7



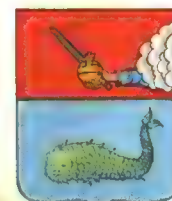
8



9



КАДНИКОВ



КОЛА



6

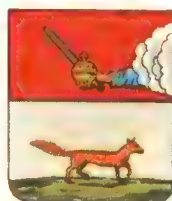


УСТЬ-СЫСОЛЬСК

● ОТЕЧЕСТВО Страницы истории



ВЕЛЬСК



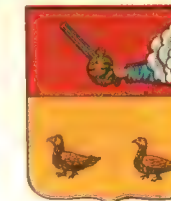
МЕЗЕНЬ



ВЕЛИКИЙ УСТЬЮГ



ГРЯЗОВЕЦ



ПИНЕГА





Мотоблок «Беларусь» МТЗ-05.

зации показывает, что главная — неподготовленность энергетической базы этой механизации. Требуется освоить серийное производство малогабаритных двигателей внутреннего сгорания, электродвигателей, компрессорных установок, бензоэлектрогенераторов.

Ориентироваться на двигатели моторных лодок, пилы «Дружба-4» и мотороллера «Вятка», которые используют любители для самодельных мотоблоков, нельзя в массовом производстве: технические параметры не соответствуют требованиям эксплуатации. Эти двигатели не обладают достаточным запасом крутящего момента для преодоления возникающих на короткое время «пиковых» сопротивлений, например, при пахоте или фрезеровании почвы. Двигатель сельскохозяйственного назначения отличается от прочих не мощностью, а способностью работать длительное время в определенных режимах, свойственных только сельскохозяйственным машинам.

Передвижные средства малой механизации — типа мотоблоков с двумя опорными колесами и штангами управления должны, например, рассчитываться на различные группы людей: человеку средней физической силы вполне доступно управление мотоблоком мощностью 5—7 лошадиных сил, а для подростков, женщин и пожилых номинальная мощность энергетического средства передвижного типа не должна превышать 3,5—4 лошадиных силы. Эти цифры не взяты «с потолка», а получены в результате длительных исследований, в которых участвовали и медики.

Моторизованная сельскохозяйственная техника в личном пользовании требует организации службы сервиса и снабжения горюче-смазочными материалами. Необходимо изучить потребность, спрос, учесть потенциальных покупателей тех или иных видов техники.

Выборочные исследования по уточнению количества орудий, необходимых к мотоблоку в личном хозяйстве, показали, что на тысячу «пони», судя по заявкам потенциальных покупателей, требуется около тысячи прицепных тележек, но всего восемьдесят три сеялки. На роторный снегоочиститель записались из тысячи опрошенных 90 человек, но это, вероятнее всего, от плохого представления пользы от машины.

Состоявшаяся конференция по проблемам средств малой механизации позволила выработать точные решения и рекомендации, относящиеся как к исследованиям и конкретным техническим вопросам, так и к общим концепциям конструирования.

Реализация этих рекомендаций позволит ускорить внедрение средств малой механизации сельскохозяйственных работ в народное хозяйство страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

Беляков В. А. Личное подсобное хозяйство при социализме. М., Экономика. 1970.

Гречков В. В. Законодательство о личном подсобном хозяйстве в сельской местности. М., Юридическая литература, 1980.

Определение и обоснование комплекта ручного механизированного садово-огородного инструмента и энергетических средств и нему. Минск, БФ ВНИИТЭ, 1980.



# Р Е В Е Р С И

Кандидат технических наук Е. ГИК.

Игра реверси завоевала широкую популярность во многих странах. В США она занимает второе место после шахмат, а в Японии — второе место после го. Привлекательность реверси (от английского to reverse — обращать) объясняется простыми правилами и удивительной динамичностью. Ситуации на доске меняются мгновенно, любые завоевания могут тут же перейти к противнику.

Атрибутами игры служат доска 8×8 и 64 фишки, одна сторона которых окрашена в белый цвет, а другая в черный. В фирменном комплекте, выпускаемом в ряде стран и называемом «Отелло», доска обтянута зеленым сукном, как в бильярде, и разделена на 64 клетки. Используют иногда и обычную шахматную доску. Фишки можно изготовить, приклеив друг к другу белые и черные шашки, но проще взять 64 одноцветные пуговицы и покрасить одну их сторону в другой цвет. Распределяются они между игроками поровну, по 32 каждому. Играющий белыми выставляет их белой стороной вверх, а играющий черными — черной. В отличие от шахмат и шашек начинают черные (как в го и эндзю).

В начале игры обе стороны ставят в центр доски по две фишки, как показано на рис. 1. Далее игроки ходят по очереди, выставляя фишки на свободные поля доски, обязательно рядом с фишками противоположного цвета по вертикали, горизонтали или диагонали. Фишка должна быть поставлена таким образом, чтобы вместе с какой-нибудь фишкой того же цвета

окаймлять одну или несколько фишек противника. Попав в окружение, фишки противника становятся трофеем, но не снимаются с доски, а переворачиваются другой стороной, меняя свой цвет.

Если игрок не может сделать ход по правилам, то он пропускает его. Игра продолжается до тех пор, пока либо не заполнятся все 64 поля доски, либо ни один из игроков не сможет сделать ход. По окончании партии производится подсчет белых и черных фишек: чьих на доске больше, тот и выиграл (конечно, если в какой-то момент у одного игрока оказываются «съедены» все фишки, он проиграл).

Если очередным ходом захватывается сразу несколько рядов неприятельских фишек, то все они меняют цвет. Максимальное число фишек, которые могут быть перевернуты за один ход, равно 19. На рис. 2 ходом е5 черные при помощи своих восьми фишек захватывают все 19 фишек противника, и партия сразу заканчивается.

М. Гарднер в книге «Математические головоломки и развлечения» описывает две рекордные партии, заканчивающиеся уже на четвертом ходу, правда, при иной начальной расстановке — белые: d5, e5; черные: d4, e4. Вот одна из этих партий — 1. e6 2. f5 (каждый ход черных и белых нумеруем отдельно) 3. g4 4. d3 5. c4 6. e3 7. e2, и на доске — одни черные фишки. Попробуйте найти кратчайшие варианты игры в стандартной позиции на рис. 1.

Теория реверси пока еще развита слабо, основное

качество мастеров — интуиция на далекий расчет. В отличие от шахмат, где исход эндшпиля, как правило, определяется материальным перевесом, в реверси игрок, обладающим большим числом фишек, может тут же оказаться у разбитого корыта. В позиции на рис. 3 белым как будто в пору сдаваться — у них всего одна фишка против 54 фишек партнера! Тем не менее они быстро выигрывают. После хода белых a8 все черные фишки по линии «а» переворачиваются и меняют цвет. Черные вынуждены пропустить ход, после чего белые одну за другой ставят свои фишки по вертикали «h», всякий раз захватывая соответствующую горизонталь доски. Через восемь ходов вся она окрашивается в белый цвет, и белые выигрывают с рекордным счетом 64 : 0!

Очевидно, фишку противника, расположенную в центре доски, захватить проще, чем на краю. Поэтому надо стремиться занимать края доски и препятствовать в этом противнику. Особенно выгоден захват угловых полей. Попавшие на них фишки нельзя окружить, и они уже не могут быть перевернуты. Тот, кто первым занимает угол, обычно получает серьезное преимущество. Оба приведенных нами примера иллюстрируют силу угловых фишек.

Опытные игроки в дебюте партии ведут борьбу в центре доски — в квадрате c3—c6—f6—f3, чтобы раньше времени не выпустить противника на край. В конце концов фишки начинают появляться на границе доски, и требуется немалое ис-



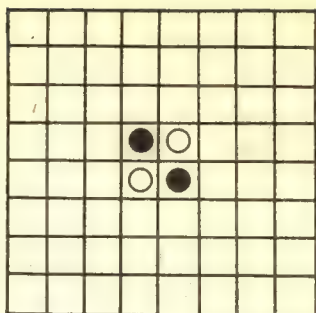


Рис. 1.

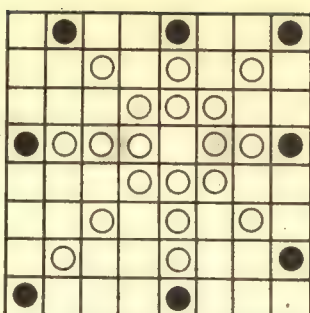


Рис. 2.

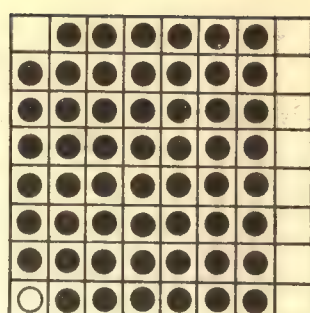
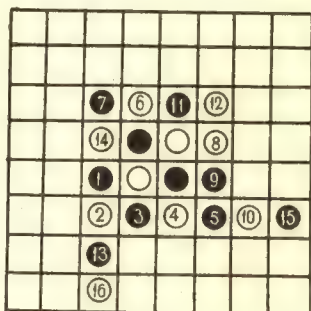


Рис. 3.





Раздел ведет кандидат педагогических наук  
Е. ЛЕВИТАН.

## Г О Д С Е М И З А Т М Е Н И Й

Затмения Солнца и Луны принято считать редкими астрономическими явлениями. В известной мере это справедливо. Судите сами, в последний раз полное солнечное затмение в Москве было 25 февраля 1476 года, а следующего ждать еще очень долго: оно произойдет лишь 16 октября 2126 года. Полные солнечные затмения в одном и том же месте Земли бывают в среднем один раз в 300—400 лет. А иногда значительно чаще. Например, в Жданове и Ейске полные солнечные затмения происходили 30 июня 1954 года, и менее чем через 7 лет 15 февраля 1961 года (автору посчастливилось наблюдать оба эти затмения). Очень многие наши читатели наблюдали полное солнечное затмение 31 июля 1981 года и полное затмение Луны в ночь с 9 на 10 января 1982 года.

Лунные затмения можно наблюдать чаще, чем солнечные, хотя вообще-то в

целом для Земли затмений Солнца происходит больше, чем затмений Луны. Но лунные затмения бывают видны на всем полушарии Земли, обращенном в это время к Луне, а солнечные — лишь в узкой полосе, на которую падает тень или полутень Луны.

Сегодня мы хотим помочь любителям астрономии четко разобраться, при каких условиях наступают затмения, как их можно предсказывать, каково максимальное и минимальное число затмений на протяжении одного года. Эти вопросы, вероятно, интересуют многих, потому что в нынешнем, 1982 году произойдет семь затмений: четыре частных солнечных (25 января, 21 июня, 21 июля, 15 декабря) и три полных лунных (9 января, 6 июля, 30 декабря). Это почти максимально возможное число затмений в году.

В древности люди не знали причин затмений. Необычный вид Солнца и Луны во время затмения вызывал у них смятение, суеверный ужас. Особенно боя-

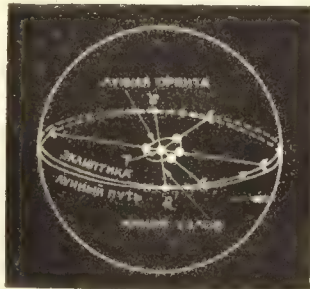
Схема, поясняющая условия, при котором возможны затмения. (Рис. вверх).

Лунная орбита и видимый путь Луны на небесной сфере. Т — Земля, о — положение Луны на орбите; значок полумесяца — видимое положение Луны на небесной сфере; узлы лунной орбиты — сверху знак нисходящего узла, внизу — восходящего.

лись полных солнечных затмений, когда ослепительно яркое дневное светило вдруг превращалось в черный диск, окруженный серебристо-жемчужным сиянием, на потемневшем небе появлялись звезды, горизонт окаймлялся красноватым заревом... На протяжении многих веков люди считали небо ареной действия сверхъестественных сил. Жрецы, придворные астрономы, которые постоянно и подолгу наблюдали небесные светила, конечно, больше других знали о повторяемости таких явлений, как затмения. Но эти знания они хранили в тайне и использовали для укрепления могущества правителей, которым служили, и своего собственного авторитета. Из истории известно немало случаев, когда солнечное затмение, происходившее во время боя на суше или в море, неожиданным образом влияло на исход сражения (в зависимости от того, как тому или иному полководцу удавалось истолковать это «знамение» и воспользоваться вызванной затмением паникой в стане противника).

В летописях разных народов сохранилось много записей о лунных и солнечных затмениях. Такая информация в наше время очень полезна и для историков и для астрономов. Она помогает с большой точностью установить даты некоторых важных исторических событий, дает возможность сопоставить различные календарные летоисчисления, уточнить движение Солнца и Луны.

В наше время техника предвычисления затмений достигла исключительно большого совершенства. Астрономы могут дать подробное описание затмения, которое произошло, например, 22 октября 2137 года до н. э. и началось через 19 минут после восхода Солнца. Могут познакомить нас с «расписанием» нескольких тысяч будущих затмений вплоть до 3000 года нашей эры. Безошибочность этих расчетов подтверждается, в частности, практикой наблюдений солнечных и лунных затмений, происходя-





щих в наше время. Например, обстоятельства видности полного солнечного затмения 31 июля 1981 года или полного лунного затмения 9 января 1982 года были предвычислены и опубликованы в *Астрономическом ежегоднике СССР*, издаваемом Институтом теоретической астрономии АН СССР, задолго до этих дат. Каждый, кто наблюдал эти затмения, мог убедиться в том, что небесномеханические расчеты блестяще подтверждаются. О том, сколь сложны эти расчеты, вы будете иметь представление, если посмотрите работы такого крупнейшего специалиста в области предвычислений затмений, как академика А. А. Михайлова (Михайлов А. А. «Теория затмений», 2-е изд., М., 1954).

Сущность аналитического и полуграфического метода вычислений затмений обстоятельно изложена в *Постоянной части «Астрономического календаря» ВАГО*. (Между прочим, недавно вышло новое издание этого необходимого всем любителям астрономии руководства.) Однако, чтобы разобраться в этом материале, от читателя потребуется определенная математическая подготовка и достаточное терпение. Здесь мы расскажем лишь о периодичности затмений и об условиях, при которых они наступают. Редакционная почта показывает, что эти вопросы особенно интересуют любителей астрономии.

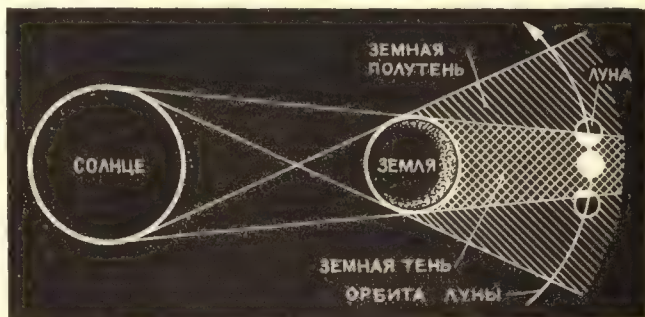
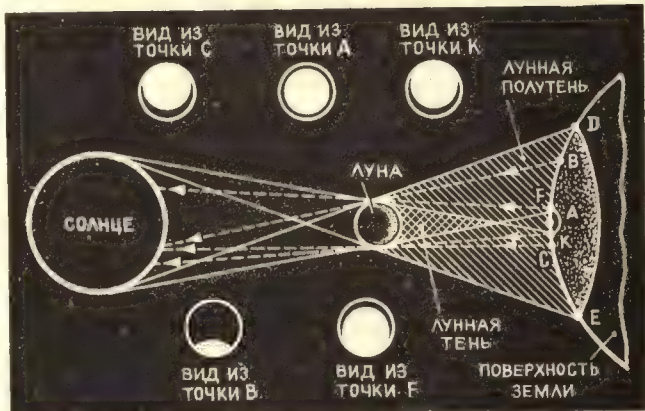
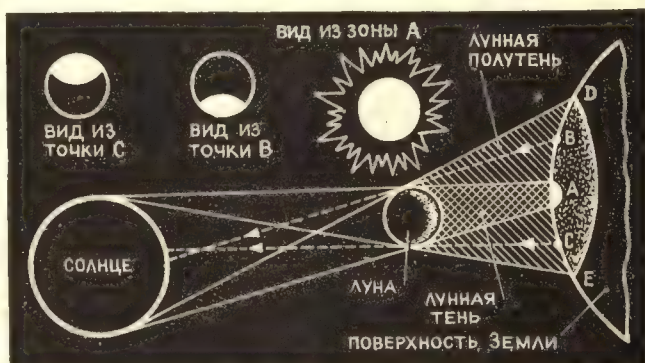
Прежде всего напомним, что плоскость, в которой Луна движется вокруг Земли, составляет небольшой угол ( $5,2^\circ$ ) с плоскостью, в которой Земля движется вокруг Солнца (то есть с плоскостью эклиптики). Если бы эти плоскости совпадали, то каждое новолуние мы могли бы видеть солнечное затмение, а каждое полнолуние — лунное затмение. В действительности же на небесной сфере Солнце всегда

бывает на линии эклиптики, а Луна может отходить от эклиптики на  $5,2^\circ$ . Угловые диаметры дисков Луны и Солнца почти одинаковы —  $0,5^\circ$ . Заметьте, что это существенно меньше  $5,2^\circ$ . Следовательно, затмения возможны не всегда. Например, если в момент новолуния Луна находится ниже (южнее) или выше (севернее) линии эклиптики, солнечного затмения не будет.

Подобно тому, как плоскость земной орбиты образует в сечении с небесной сферой линию эклиптики («солнечный путь»), плоскость лунной орбиты пересекает небесную сферу по

кругу, представляющему «лунный путь». Он пересекается с эклиптикой в двух точках, их называют узлами лунной орбиты (восходящий узел и нисходящий узел). Когда-то в древности люди думали, что во время затмений ужасный дракон набрасывается на светила и пожирает их. Этого дракона и изображает знак восходящего узла.

Несложные расчеты показывают, что частные солнечные затмения (когда диск Солнца закрывается не полностью) обязательно происходят, если в момент новолуния Луна находится на расстоянии не более  $16^\circ$  от



Схемы, поясняющие расположение светил и наблюдаемую с Земли картину: при полном солнечном затмении; при кольцеобразном солнечном затмении; при лунном затмении.



узла. Если же Луна оказалась еще ближе к узлу своей орбиты (не далее  $11^\circ$ ), то произойдет полное (или кольцеобразное) солнечное затмение. Понятно, что зоны солнечных затмений на самом деле не  $16^\circ$  (или  $11^\circ$ ), а  $32^\circ$  (или  $22^\circ$ ), так как Луна может оказаться слева или справа от узла. Всего же существуют две такие зоны (одна около нисходящего узла, а другая — около восходящего). Солнце за год ( $\approx 365$  суток) полностью проходит эклиптику ( $360^\circ$ ), то есть ежесуточно оно смещается примерно на  $1^\circ$ . Следовательно, в каждой зоне затмений наше светило бывает примерно 32 суток. При более строгих рассуждениях приходится учитывать и такое явление, как смещение самих лунных узлов. За сутки узлы смещаются (навстречу Солнцу) на  $0,053^\circ$ , а за 32 суток — примерно на  $1,5^\circ$ . Из-за этого Солнце проходит зону затмений не за 32, а за 30 суток. В течение их может произойти в «худшем» случае одно новолуние (и, стало быть, солнечное затмение), но может произойти и два новолуния (это возможно, поскольку промежуток времени между двумя новолуниями равен 29,53 суток — синодический месяц). Таким образом, минимальное число солнечных затмений в году равно 2. Максимальное же число частных солнечных затмений равно не 4, а 5. Такое число солнечных затмений последний раз было в 1935 году, а в следующий раз повторится лишь в 2206 (первая пара частных затмений придется на январь — февраль, вторая — на июль — август, а в самом конце года успеет произойти еще одно затмение — первое из очередной пары, приходящейся на декабрь — январь).

Зоны лунных затмений меньше, чем зоны солнечных. Чтобы произошло частное затмение Луны, в момент полнолуния центр земной тени должен отстоять от узла не более чем на  $11^\circ$ . Для полных лунных затмений это требование еще более жесткое (примерно  $5^\circ$ ). Так как всю зону лунного затмения ( $22^\circ$ ) зем-

ная тень проходит за время, которое значительно меньше синодического месяца (то есть промежутка времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны), то Луна может «проскочить» через узел раньше или позднее земной тени. И в этом случае лунного затмения не происходит. Следовательно, возможны годы, в которых не бывает ни одного лунного затмения. При более «благоприятных» условиях в каждой зоне лунного затмения происходит по одному затмению, то есть всего два в году. И лишь в редких случаях (к их числу принадлежит 1982 год!) может произойти три лунных затмения. Третье лунное затмение, как и пятое солнечное, связано со смещением лунных узлов навстречу Солнцу и Луне. Если же принимать во внимание частные полутеневые лунные затмения, то общее число лунных затмений может оказаться равным 4. Такой весьма редкий случай произошел в 1973 году.

Из сказанного читатель должен прежде всего уяснить, что существуют две зоны затмений, в которых дважды в году оказывается Солнце, движущееся по эклиптике. Вступление Солнца в эти зоны проходит через половину драконического года. Если бы узлы лунной орбиты не смещались, то и не было бы необходимости говорить о драконическом годе. Но движение Луны в пространстве очень сложное. Плоскость лунной орбиты в пространстве поворачивается, а значит, изменяется и линия (она называется линией узлов), по которой эта плоскость пересекается с плоскостью эклиптики. За год узлы лунной орбиты смещаются с востока на запад на  $19,3^\circ$ , а полный оборот по эклиптике узлы совершают за 18,6 года.

$$\frac{360^\circ}{19,3^\circ} = 18,6 \text{ года. Зная}$$

это, легко вычислить, чему равен промежуток времени, по истечении которого Солнце, выйдя из одного лунного узла, снова к нему возвращается:

$$1 + \frac{1}{18,6} = \frac{1}{T_{др}}; T_{др} =$$

$= 346,6$  суток.  $T_{др}$  — это и есть драконический год. Аналогично, драконический месяц, то есть время, по истечении которого Луна возвращается к одному и тому же узлу своей орбиты, отличается и от сидерического (относительно звезд) месяца (27,32 суток) и от синодического месяца (29,53 суток). Драконический месяц Луны равен  $S_{др} = 27,21$  суток. Продолжительность этого месяца вычисляется так. За сутки Луна перемещается на небесной сфере (к востоку) на  $13,2^\circ$ , а лунные узлы смещаются навстречу Луне на  $1,5^\circ$ . Поэтому к данному узлу Луна снова придет через

$$S_{др} = \frac{360^\circ - 1,5^\circ}{13,2^\circ} = 21,21 \text{ су-}$$

ток.

В чередовании затмений есть определенная периодичность, которая обусловлена тем, что 242 драконическим месяцам, определяющим возвращение Луны к узлам ее орбиты, почти точно равны 223 синодических месяца, с которыми связаны фазы Луны. Арифметика здесь несложная:

$$\begin{aligned} 223S &= 223 \cdot 29,53^\circ = 6585,32^\circ \\ 242S_{др} &= 242 \cdot 27,21^\circ = \\ &= 6585,35^\circ \\ 19T_{др} &= 19 \cdot 346,62^\circ = \\ &= 6585,78^\circ, \text{ то есть } 223S \approx \\ &\approx 242 S_{др} \approx 19T_{др} \approx 18 \text{ лет} \\ &\quad 11 \text{ суток.} \end{aligned}$$

По истечении срока, равного 18 годам 11 суткам, все солнечные и лунные затмения повторяются в одной и той же последовательности (хотя и при нескольких различных условиях, поскольку не целое число суток).

Этот период в 18 лет и 11 суток был известен уже в VI веке до н. э. Древние египтяне называли его саросом, то есть «повторением». В течение каждого сароса происходит 43 солнечных и 28 лунных затмений. Существуют и другие, менее известные циклы повторяемости затмений. Но об этом и различных других вопросах, связанных с пред-



вычислением затмений, тот, кто этим заинтересуется, может узнать, познакомившись с рекомендуемой литературой.

### ЗВЕЗДНОЕ НЕБО ИЮЛЯ

В южной стороне небосвода вблизи полуночи в средних широтах нашей страны будет хорошо виден «летне-осенний треугольник», образованный звездами Вега ( $\alpha$  Лиры), Денеб ( $\alpha$  Лебедя) и Альтаир ( $\alpha$  Орла). На западе к горизонту склоняется Волопас с яркой звездой Арктур. На востоке поднимаются созвездия Пегас, Андромеда и Персей. Большую Медведицу можно увидеть на северо-западе, а Кассиопею — на северо-востоке. Возникший с яркой звездой Капеллой будет виден в северо-восточной части неба.

### ЗВЕЗДНОЕ НЕБО АВГУСТА

Во время темных ночей этого месяца постарайтесь рассмотреть Млечный Путь, который в виде огромной арки тянется от юго-запада через зенит к северо-западу. В южной стороне неба хорошо видны звезды Лиры, Лебедя и Орла, а восточнее Орла расположено небольшое красивое созвездие Дельфин. Низко

над горизонтом отыщите в южной стороне неба Козерог. Огромный семизвездный ковш образуют в восточной стороне неба звезды Пегаса и Андромеды. Найдя их, вы увидите также созвездие Персея. В это время Кассиопея будет видна высоко над горизонтом, Большая Медведица и Волопас — в северо-западной стороне небосвода. На северо-востоке ваше внимание привлечет Капелла ( $\alpha$  Возничего).

### ПЛАНЕТЫ В ИЮЛЕ—АВГУСТЕ

**Меркурий** — виден утром в первой половине июля в южных районах страны (созвездие Близнецов).

**Венера** — видна утром в июле — августе, перемещается по созвездиям Тельца и Близнецов, в конце августа Венера перейдет в созвездие Рака (блеск минус 3,3<sup>m</sup>).

**Марс** — до середины августа будет виден в созвездии Девы (23 июля пройдет в 1° севернее звезды Спика), а затем перейдет в созвездие Весов. Планета будет видна как светило первой звездной величины.

**Юпитер** — будет виден в созвездии Девы (максимальный блеск планеты минус 1,7<sup>m</sup>).

**Сатурн** — так же, как Марс и Юпитер, будет виден в созвездии Девы по вечерам в западной части небосвода, расположен несколько ниже Юпитера.

**Уран и Нептун** можно будет отыскать вечером в телескоп (или в призмальный бинокль). Уран — в созвездии Весов, Нептун — в созвездии Змееносца.

### АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ИЮЛЕ И АВГУСТЕ

20 июля — частное солнечное затмение, которое будет видно на Камчатском полуострове и в крайних северных районах нашей страны. Затмение начнется в 20 ч. 19 м. по московскому времени (на западном побережье Камчатского полуострова уже будет раннее утро).

11—12 августа — максимум метеорного потока Персеиды.

### ЛИТЕРАТУРА

Астрономический календарь (Постоянная часть), М. Наука, 1981.

Дагаев М. М., Книга для чтения по астрономии, М. Просвещение, 1980.

Дагаев М. М., Солнечные и лунные затмения, М. Наука, 1978.

Климишин И. А., Астрономия наших дней, М. Наука, 1976.

### ● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ Тренировка умения мыслить логически

### В СПОРТИВНОМ ЛАГЕРЕ

В спортивном лагере пять разноцветных палаток, в которых живут команды из разных городов, выступающие в различных видах спорта. В двух соседних палатках разместились женские команды, в остальных — мужские. Все ушли на прогулку, в палатках осталось лишь по одному человеку. Оставшиеся — они одеты все по-разному — проверяют спортивный ин-

вентарь, ко всем, кроме одного, пришли родные.

Ответьте на два вопроса: из какого города приехали волейболисты и в палатке какого цвета живут бакинцы, основываясь на сведениях, перечисленных ниже.

1. Москвичи занимаются фехтованием.

2. За зеленой палаткой виден теннисный корт.

3. Палатка, расположенная слева от бакинцев, желтого цвета.

4. Рядом с палаткой команды по гимнастике находится палатка, около которой стоит спортсмен в ярких трусах. Он ждет брата.

5. В первой палатке расположились ленинградцы.

6. Девушка у зеленой палатки в летнем платье.

7. Предпоследняя палатка голубая.

8. У одной из палаток стоит спортсменка в майке и трусах. К ее соседке пришел в гости муж.

9. Хозяин средней палатки одет в спортивный костюм с надписью на спине: «Баку».

10. В палатку, стоящую справа от палатки команды по гимнастике, в гости к спортсменке пришла сестра.

11. Одна из палаток белая.

12. Слева от палатки с табличкой «Киев» поселилась команда из Минска. Кто-то из членов команды стоит под навесом, где хранятся лодки.

13. У спортсмена, проживающего в красной палатке, в гостях мать.

14. На спортсмене, стоящем у первой палатки, джинсы.

## ДЕГРАДИРУЕТ ЛИ ОЗОННЫЙ СЛОЙ АТМОСФЕРЫ?

Этот реферат служит ответом на многочисленные вопросы читателей, которых беспокоит состояние озонного слоя атмосферы. В основе такого беспокойства — распространяющаяся точка зрения, что все увеличивающееся применение всевозможных аэрозолей — лаков, дезодорантов, духов, лекарств, красок, полиролей и т. д. — загрязняет атмосферу фреоном (он составная часть всех аэрозолей), разрушает защитный озонный слой.

Жизнь на нашей планете возможна благодаря сравнительно тонкому озонному слою атмосферы — он окружает Землю на расстоянии 35—55 километров от ее поверхности и поглощает губительное для живых клеток жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца. В последнее время высказывалось предположение о том, что прогрессирующее загрязнение атмосферы, в частности окислами азота и фреонами, которые химически взаимодействуют с молекулами озона, может привести к постепенному разрушению «защитного газа» (уже к 2010 году на 35 процентов). А между тем исчезновение озонного слоя грозит катастрофическими последствиями всему живому на Земле.

Однако этот зловещий прогноз, по-видимому, не оправдывается. Наблюдениями 1960—1970 годов зафиксировано увеличение концентрации озона в атмосфере на 5—12 процентов в северном полушарии и на 2 процента в южном. Затем в период 1970—1976 годов содержание озона уменьшилось на 2 процента. В чем причина таких колебаний в озонном слое? Их усматривают в изменчивости процессов переноса воздушных масс и в фотохимических возмущениях в стратосфере. В среднем же

существует равновесие между механизмом синтеза и разрушения озона в воздушной оболочке Земли. Очевидно, строя гипотезу об исчезновении озона, ученые учитывали не все возможные химические реакции, в которые вовлекаются компоненты атмосферы. Так, в 1976 году было установлено, что в результате реакции между окислами азота и хлора, поступающими в воздушную среду (следствие производственной деятельности человека), образуется хлорнитрит, который с озоном в реакцию не вступает.

Авторы статьи — сотрудники Московского университета — тщательно проанализировали данные о содержании озона в атмосфере земного шара в 1978—1979 годах. Наиболее важно было проследить ход концентрации этого газа в зонах от 0 до 30° северной и южной широты, которые охватывают половину поверхности полушарий и в которых образуется большая часть озона. Концентрация тропического озона мало подвержена случайным возмущениям, поэтому, кстати, она может служить отправной точкой для суждения об изменении количества «защитного газа». Анализ данных обнаружил общее увеличение концентрации озона в атмосфере обоих полушарий при значительном колебании от года к году (до 9 процентов).

Сохранится ли в будущем благоприятная для биосферы нашей планеты тенденция к увеличению содержания озона в атмосфере, покажут дальнейшие исследования.

**Н. ПЕТРЕНКО, А. ХРГИАН.** О современных глобальных изменениях количества атмосферного озона. «Физика атмосферы и океана», т. 18, № 1, 1982.

## ДИРХЕМЫ В ЕВРОПЕЙСКИХ КЛАДАХ

Клад монет — это моментальная фотография денежного обращения. Серия находок, относящихся к определенному периоду, как серия следующих друг за другом кадров на киноплёнке, рассказывает о движении денег. Последние годы особый интерес у нумизматов вызывают клады арабских монет IX—X веков, найденные на территории Восточной Европы. Речь идет о мусульманских дирхемах, серебряных монетах весом около 3 граммов (их называют еще куфическими по имени иракского города Эль Куфа).

До сих пор среди ученых дискутируется вопрос о том, каким образом мусульманские монеты попадали в Европу. Сторонники одной точки зрения считают, что клады дирхемов некогда принадлежали местному населению, были личным сбережением людей, населявших Восточную Европу в то далекое время. Другая группа нумизматов

защищает транзитную гипотезу происхождения куфических монет. Согласно этой гипотезе, по территории Восточной Европы проходил путь арабского серебра — из Халифата монеты везли в империю Карла Великого для чеканки имперских динариев. Доставляли мусульманские монеты, по мнению шведского нумизмата Болина, викинги, те, кого в русских летописях называют варягами. Если ожидалось нападение на караван, купцы зарывали деньги в землю — так появились клады монет.

Однако существуют веские доказательства и против транзитного происхождения кладов. Один из исследователей древнерусской денежно-весовой системы, изучив топографию кладов, пришел к выводу, что в основном они концентрировались вдали от главных транзитных путей, соединявших мусульманский Восток с христианским Западом. А недавно детальный анализ хроно-



Слева — фотографии лицевой и оборотной стороны дирхема, отчеканенного от имени аббасидского халифа ал-Махди в 168 году хиджры (784—785 годы н. э.) в провинции ал-Ифрикия (Африка).

Справа — фотография лицевой стороны дирхема, отчеканенного от имени аббасидского халифа Харуна ар-Рашида в 185 году хиджры (801 год н. э.) в городе Балхе (Средняя Азия).



логического состава кладов провели ученые МГУ и пришли к выводам, также опровергающим транзитную теорию.

Они предположили, что если куфические монеты распространялись через Восточную Европу постепенно, то состав местных кладов, зарытых одновременно в разных районах, должен неизменно различаться в хронологическом отношении. По мере следования через земли, заселенные славянскими, финно-угорскими и балтскими племенами, дирхемы оседали у местных жителей. Таким образом, монетный поток, все глубже уходивший на север, как бы таял. Естественно ожидать, что из него выпадали в первую очередь монеты, представленные в небольшом количестве, а затем те, которых было больше. Таким образом, чем дальше продвигались торговые караваны, тем меньше оставалось у них дирхемов новейшей чеканки.

Анализ хронологического состава 50 восточноевропейских кладов с куфическими

монетами IX века подтвердил первоначальное предположение. Действительно, местные жители преднамеренно оставляли у себя мусульманские монеты и использовали их по прямому назначению, а также в качестве украшений. Эти факты позволяют с уверенностью говорить о том, что клады с куфическими монетами были спрятаны восточноевропейскими аборигенами.

**А. ФОМИН.** К вопросу о характере распространения куфических монет в IX веке. «Вестник МГУ, сер. история» № 1, 1982.

## И ЕЩЕ ОБ АСИММЕТРИИ ПОЛУШАРИЙ МОЗГА

Бывает так, что правша, то есть человек, у которого ведущую роль играет правая рука, может оказаться скрытым левшой. Физиологи определяют это свойство по специальным тестам: например, скрытый левша склонен путать правую и левую стороны, не умеет читать зеркальное изображение текста, в числах путает последовательность цифр, ему трудно строить пространственные изображения предметов и т. д. Некоторые авиакомпании используют эти тесты при отборе будущих летчиков, для которых высокий профессионализм тесно связан с хорошей ориентировкой в пространстве. Известно, что у некоторых летчиков в сложных метеоусловиях теряется пространственная ориентировка, у них возникают иллюзии, чаще всего — иллюзии крена самолета.

Некоторые исследователи считают, что пространственные иллюзии у человека могут быть вызваны асимметрией вестибулярного аппарата, то есть повышенной чувствительностью правой (или левой) зоны органа, ответственного за равновесие.

В последние годы появились работы, где способность ориентироваться в пространстве связывают с асимметрией в работе полушарий головного мозга. Известно, что левое полушарие доминирует у большинства, оно доминирует у правшей. У них чаще всего (но не всегда) ведущую роль играют не только правая рука, но и нога, правое ухо и правый глаз.

Среди группы обучающихся летчиков, насчитывающей 654 человека, исследовалась соответствия между доминантностью

полушарий мозга и успехами в их учебе. В этом эксперименте по известным методам определяли, какая рука, нога, ухо, глаз являются ведущими.

В то же время всех учащихся разделили на три группы: первая — допускающие аварии или имеющие к ним предпосылки, вторая — отстающие в летном обучении, третья — хорошо успевающие.

Оказалось, что наиболее характерный показатель, связанный с успеваемостью, — доминирование правого уха, иными словами, доминирование левого полушария при восприятии речевых сигналов на слух. Среди успешно продвигающихся в обучении почти 90 процентов людей с доминирующим правым ухом. У группы будущих летчиков, которые допускают аварийную ситуацию, правое ухо доминирует только в 27 случаях из 100.

Интересные данные были получены в ходе анкетного опроса о том, испытывает ли летчик пространственные иллюзии в кабине самолета. У всех тех, кто никогда не подвергался пространственным иллюзиям, доминирует правое ухо.

Очевидно, ведущая роль правого уха может стать надежным критерием при отборе будущих летчиков.

**А. ГЮРДЖИАН, А. ФЕДОРУК.** Корреляция между индивидуальными особенностями функциональной асимметрии полушарий головного мозга и успехами в летной работе. «Космическая биология и авиакосмическая медицина» № 1, 1982.

# ИМЕЮЩИЙ УШИ ДА СЛЫШИТ!

Почта принесла несколько новых свидетельств незаурядных дарований Кифы Васильевича. Эти находки раскрывают такие стороны его творчества, которые доселе не были известны нашим читателям. В публикуемой ниже подборке — и стихи Кифы Васильевича, и небольшое, но удивительно смелое и глубокое исследование лингвистического характера.

Люблю афоризмы! И когда замышляю новое открытие, часто повторяю про себя фразу, сорвавшуюся с уст кого-то из великих: «Исследовать — это значит видеть то, что видели все, и думать при этом так, как не думал никто».

Сказано замечательно! Одно лишь не нравится мне в этом высказывании: чуждость исследователя к явлениям действительности ограничена здесь словом «видеть»; зерна чудесных открытий предполагаются тающимися лишь в зрительных (или, как принято ныне выражаться в ученом мире, визуальных) впечатлениях.

Не спорю: зрение служит нам обильным источником информации об окружающей реальности. Но разве одно лишь оно способно доставлять исследователю импульсы научного творчества? Возвысить роль чуткого слуха в научном поиске — вот что задумал я, взявшись ныне за перо.

Пересказывать ли историю легендарного Пифагора, который, зачарованный созвучием обоюдно настроенных струн, догадался измерить их длины и, найдя таковые находящимися в целочисленном отношении, впервые удостоверился во власти чисел над явлениями естества, в математической сути законов физических, кою впечатлительный грек именовал с той поры не иначе как «музыкой сфер»? Напоминать ли повесть о том, как громоподобный звук, сотрясший воздух при разрыве магдебургских полушарий, окончательно убедил славного Отто фон Герике в титанической мощи атмосферного давления?

Не мысля докучать читателю изложением хрестоматийных фактов, поведаю о собственном открытии, сделанном мною недавно совсем в другой, нежели математика и физика, науке — в лингвистике. Родилось оно

в обстановке весьма прозаической, скажу определеннее — сугубо бытовой: в гостях, за обеденным столом. Хлебосольный хозяин, любезно усадив меня, спросил: «Щец не похлебаешь?» И в тот же миг мысль моя унеслась из области гастрономической в сферу научную, в глубины языкознания, заинтригованная звучанием диковинного слова «щец»: я чувствовал, что не могу образовать от него ни единого падежа сверх того, в котором оно прозвучало, — родительного падежа множественного числа. И в самом деле — разве скажешь «щцы», «щцам»?

Абсолютную несклоняемость этого слова смело уподоблю невозможности квадратуры круга или несуществованию вечного двигателя. Не удивлюсь, если вдумчивый анализ редкостного (скажу сильнее — уникального) слова «щец» даст начало новому направлению в лингвистике, подобно тому, как вопрос о квадратуре криволинейных фигур был одним из источников интегрального исчисления, а химерическая мечта о вечном двигателе привела в конце концов к закону сохранения энергии.

## СЕКРЕТ В ДЕФЕКТНОЙ ПАРАДИГМЕ

Рукопись Кифы Васильевича подготовил к печати инженер Ю. Побожий (г. Москва). Прокомментировать ее мы попросили доктора филологических наук А. ЗАЛИЗНЯКА.

Следует отметить сразу: лингвистическое явление, открытое Кифой Васильевичем, хорошо известно языковедам. Речь идет о слове с дефектной парадигмой.

Разберем подробнее, что означает этот термин. Парадигмой называется совокупность всех грамматических форм того или иного слова. Для имени существительно-

го парадигма насчитывает 12 форм: шесть падежей единственного числа и шесть множественного. Такое разнообразие необходимо, чтобы строить всевозможные предложения с участием данного слова, чтобы оно могло быть использовано во всех высказываниях, где говорится о данном предмете.

Образно говоря, парадигма — это некая таблица, клетки которой должны быть заполнены различными грамматическими формами данного слова. Если грамматическими формами слова можно заполнить все клетки такой таблицы, говорят, что у слова нормальная парадигма. Если же некоторые клетки остаются пустыми, говорят про слово с дефектной парадигмой.

Возьмем для примера слово «мгла». Каким будет у него родительный падеж множественного числа?



«Мгд»? Нет, по-русски так сказать нельзя: в слове нет гласной.

Ну, а теперь о слове «щец». В родительном падеже множественного числа в силу требований морфологии у него должна появиться беглая гласная — как у

слов «сердец», «овец». А в остальных падежах множественного числа в силу тех же требований согласная «ц» должна идти непосредственно вслед за последней корневой согласной (ср. «сердца», «овцы», «сердцам», «овцам» и т. д.). И сло-

во становится труднопроизносимым, несочетаемость согласных «щ» и «ц» оставляет пустыми все клетки парадигмы слова «щец», кроме той, которая соответствует родительному падежу множественного числа.

## МАТЕМАТИКА В РИФМУ

Когда голова переполнена блистательными идеями, хочется поделиться ими со всеми на свете. В таком состоянии у человека появляется склонность к поэтической речи. Великий Кант называл одним из характернейших признаков подлинно художественного текста «свойство всеобщей сообщаемости»: именно ради нее поэты пишут в рифму, насыщают свои строки яркими образами — благодаря этому стихи легче запомнить, легче пересказать.

Вполне естественно, что Кифа Васильевич, кипя незаурядными идеями и горя желанием поведать их миру, издавна пристрастился к поэтическому творчеству. Но и тут он верен своей главной страсти — науке. Научные понятия становятся в его стихотворениях художественными образами, математические теоремы и физические законы претворяются в сюжетные коллизии.

Несколько изящных образцов столь своеобразной поэтической манеры Кифы Васильевича прислал в редакцию В. ЛЕВИЦКИЙ (г. Скопин Рязанской обл.).

### КОВАРСТВО И ЛЮБОВЬ

Трапеции, приятнейшей из дам,  
В любви признался Параллелограмм.  
А та, на общий угол намекая:  
«А площадь, — говорит, — у вас какая?»

### ОСТОРОЖНОСТЬ

Друг друга не касались Параллели,  
Лишь друг на друга издали глядели  
И уходили вдаль поодиночке —  
Все опасались, что дойдут до точки.

### ПОТЕРЯННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Возможно, что Наклонная Прямая  
Стать Перпендикуляром бы могла,  
Но даже не пыталась, понимая,  
Что как-никак под градусом была.

### СЕМЕЙНЫЙ КРУГ

Семейный Круг, к тому же не один  
(Не будем делать обобщений ложных),  
Частенько состоит из Половин,  
Диаметрально противоположных.

### ТОЧКА

Поставленная во главу угла,  
Она весьма заметно была

### НУЛЬ В СТЕПЕНИ

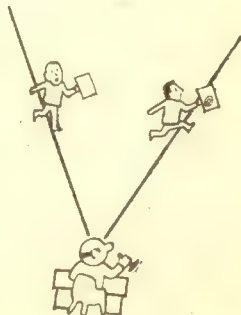
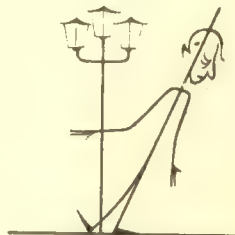
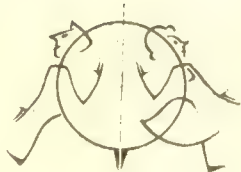
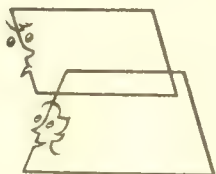
Ноль — это Ноль, такой, как все Нули,  
Хотя б его и в степень возвели.

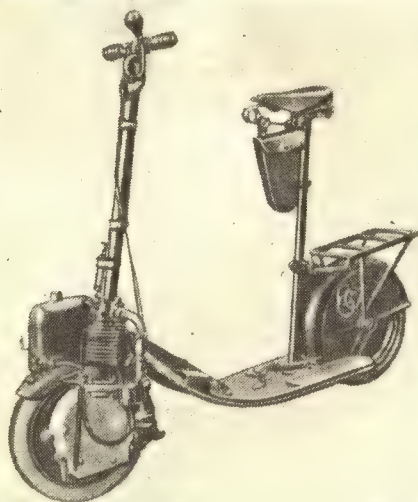
### ДИРЕКТРИСА

Сказала Директриса: «Вот пора была!  
Мне подчинялась каждая парабола!»

### НАХАЛЬНЫЙ ДЕЛИТЕЛЬ

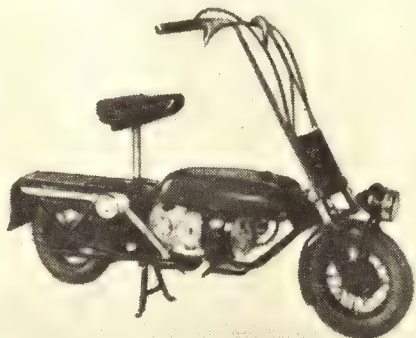
Такая у Делителя ухватка:  
Делимое он делит без остатка.  
А спросишь — возраженья встретишь  
страстное:  
«Не вмешивайтесь! Это — дело частное!»





**«КРУПП-АУТОПЕД»** (Германия). Одна из ранних (1920 г.) конструкций мотороллеров. Машина не имела коробки передач, двигатель был смонтирован в переднем колесе. Сцепление и тормоз приводились в действие отклонением вперед — назад рулевой колонки. Двигатель: 4-тактный; рабочий объем — 155 см<sup>3</sup>; мощность — 1,75 л. с. (1,3 кВт). Масса машины в снаряженном состоянии — 44 кг; длина — 1,3 м. Скорость — 30 км/ч.

**«УЭЛБАЙК-КОРГИ»** (Англия). Созданная на базе складывающегося мотоцикла для парашютных частей, эта модель выпускалась в 1946—1948 гг. Ее отличали миниатюрные колеса диаметром 0,26 м, убирающиеся сиденье и руль, горизонтальное расположение цилиндра двигателя, отсутствие коробки передач. Двигатель: 2-тактный; рабочий объем — 98 см<sup>3</sup>; мощность — 2 л. с. (1,5 кВт). Масса машины в снаряженном состоянии — 45 кг. Скорость — 40 км/ч.



Первый мотоцикл, построенный в 1885 году немецким инженером Г. Даймлером, был назван конструктором «машиной для верховой езды». С тех пор конструкция подавляющего большинства мотоциклов предусматривала именно езду верхом: в седле с опорой ступнями на подножку. Высоко поднятая верхняя труба рамы служила важным силовым элементом, все пространство под ней занимали двигатель и обслуживающие его системы.

Однако изобретатели уже давно стремились создать такую разновидность мотоцикла, у которой ноги водителя опирались бы на пол, а не на подножки, то есть чтобы человек сидел, как в автомобиле. Функции рамы в этом случае могла выполнять низкая балка, соединяющая колеса. В одной из ранних конструкций таких машин (их можно назвать предками современного мотороллера) не только посадка водителя, но даже руль были выполнены по-автомобильному. Эта машина (1903 г.) была уже представлена в «Мотосалоне» (№ 1, 1982 г.). Следом за ней появились «Отофатей» (Франция, 1905 г.), «Аутопед» (США, 1910 г.). Последний оказался довольно практичной, хотя и примитивной конструкцией. Его выпускали не только в США (до 1923 г.), но и по лицензии в Германии («Крупп»), Англии («Импириел»), Чехословакии (ЧАС).

Колеса с шинами малого (0,38 м) диаметра, глубокая посадка водителя обеспечивали «Аутопеду» низкий центр тяжести и хорошую управляемость. Водитель опирался ногами на пол, который снизу защищал его от грязи, пыли, брызг. Правда, машина еще не имела широкого переднего щитка, как у современных мотороллеров. Ведущим было переднее колесо; отклоняя вперед или назад рулевую колонку, водитель включал сцепление или тормозил. Необычность конструкции и внешнего вида создали этому мотороллеру репутацию технического курьеза. Тем не менее в 20-е и в 30-е годы заводы ДКВ (Германия), «Моне-гойон» (Франция), «Норман», «Хекк», «Отоглайдер» (Англия) выпускали небольшие партии машин, напоминавших мотороллер.

Мотороллер в отношении комфорта представляет собой шаг на пути от мотоцикла к автомобилю: обеспечивает водителю удобную посадку, защиту от пыли и грязи, более эффективную, чем мотоцикл. И еще одно обстоятельство. Благодаря отсутствию у рамы верхней трубы им могут пользоваться не только мужчины, но также женщины, и, что оказалось немаловажным для Италии, Франции и Испании, — священники и монахи. Все это значительно расширило спрос на такую машину.

Обязательное условие для мотороллера — колеса и шины малого диаметра. Принятые для большинства мотоциклов 18—19-дюймовые шины просто не поместились бы внутри мотороллерного кузова.





● В Испании состоялся пятый мировой чемпионат по бегу среди улиток. В соревновании участвовало около двухсот моллюсков из разных стран мира. Первые места поделили Португалия и Испания. Испанская улитка преодолела за шесть минут полтора метра, а португальская первой заползла на горку высотой семь сантиметров, затратив на это восхождение пять минут и одну секунду.

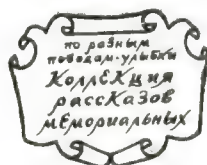
● В Калифорнийском музее естественной истории (Лос-Анджелес) появилось восстановленное по костям, найденным недавно в Аргентине, чудело самой большой из летавших когда-либо



птиц мира. Птица с размахом крыльев 760 сантиметров и длиной от кончика клюва до кончика хвоста 330 сантиметров получила латинское название «аргентавис магнифиденс» — аргентинская птица величественная. Еще не совсем ясно, когда жили эти гиганты, родственные, по видимому, современным южноамериканским кондорам. Разные ученые называют период от 5 до 25 миллионов лет назад. Во всяком случае, они

вымерли задолго до появления человека, и «птица Рух» арабских сказок — это не аргентавис, а живший еще на памяти человека мадагаскарский эпиорнис, лишенный, кстати, способности летать.

Судя по строению клюва и наличию перьев на шее, аргентавис был хищником, а не падальщиком (птицы, питающиеся падалью, имеют голую шею, и на перьях не остаются гниющие следы трапезы).



## ГОВОРЯЩИЙ НЕМОЙ

Труппа, в составе которой играл известный французский актер Жан-Поль Муне (1847—1922), обычно не брала с собой на гастроли актеров на мелкие роли. Их набирали на месте среди любителей.

Один такой любитель должен был выйти на сцену в лакейской ливрее, поклониться и сказать: «Монсеньор, немой явился»...

Крайне взволнованный тем, что играет в одном спектакле со столичными знаменитостями, и желая хотя бы чуть-чуть увеличить свой текст, он произнес:

— Монсеньор, немой явился... и хочет с вами поговорить.

Желая дать партнеру возможность поправить ошибку, Муне ответил:

— А вы уверены, что он немой?

— Во всяком случае, он сам так говорит, монсеньор!

## ЧЕЛОВЕК СО СТОРОНЫ

Теперь каждому школьнику известно, что, попав на пестик цветка, пыльца прорастает и образует пыльцевую трубку, которая проникает в глубь пестика, к завязи, где происходит оплодотворение. Но мало кому известно, что первым увидел этот процесс не ботаник, а астроном и оптик, итальянец Дж. Амичи (1786—1863). Амичи увлекался изготовлением оптических приборов. Чтобы испытывать свои микроскопы, он разглядывал в них раз-

ные объекты, в том числе цветы.

Когда Амичи сообщил о своем открытии, ботаники подняли его на смех, как дилетанта, который лезет не в свою область. Известный немецкий ботаник М. Шлейден (1804—1881), один из создателей клеточной теории строения организмов, согласился с тем, что пыльцевая трубка проникает в глубь завязи. Но, ползгал он, оплодотворения не происходит. Просто из кончика пыльцевой трубки развивается семя нового растения, а завязь лишь предоставляет ему питательную среду для развития. Авторитет Шлейдена был так высок по сравнению с «каким-то астрономом», что Нидерландская академия наук присудила за неверную теорию особую премию.

# КРУЖЕВА ЗЕМНОЙ КОРЫ

Профессор О. КУЗНЕЦОВ.

В последние десять — пятнадцать лет на геологических картах почти повсеместно и в огромных количествах стали появляться изображения кольцевых структур. Это геологические образования в земной коре в виде колец диаметром от 1 до 1500 километров. Подобные структуры знали и раньше, но их было не так много. А тут открытия обрушились лавиной. Сегодня уже известны геологические карты, сплошь покрытые изображениями кольцевых структур — кругами и овалами, переплетенными друг с другом, словно кружево.

Сотни лет геологи ходили по Земле и не замечали многочисленных колец у себя под ногами. Но стоило им подняться над поверхностью Земли, обрести новый — космический угол зрения, как перед ними предстали кольцообразные структуры, сплетающиеся в причудливый узор.

Относительно природы кольцевых структур строятся различные предположения. Совсем недавно группе советских геологов — сотрудников академических институтов и научно-производственного объединения «Нефтегеофизика» Министерства геологии СССР был выдан диплом на открытие, которое объясняет происхождение этих структур и ряд других загадочных явлений в земной коре.

Об этом открытии и сопутствующих ему работах, явившихся результатом исследований большого коллектива ученых и производственников, мы попросили рассказать **директора Всесоюзного научно-исследовательского института ядерной геофизики и геохимии, профессора О. Кузнецова.**

Кольцевые структуры обнаружены на Русской и Сибирской платформах, в Казахстане и Тимано-Печорской провинции, на Украинском, Алданском и Канадском щитах, шельфе Атлантического океана и т. д. Они расположены в различных геологических регионах, однако устроены одинаково: кольцевые образования, пересеченные радиальными линиями. На поверхности Луны, Марса, Венеры тоже замечены аналогичные геологические структуры.

Специалисты, занимающиеся расшифровкой космических фотоснимков, поначалу считали, что те многочисленные, выделяющиеся более светлым тоном кольцевые структуры, которые они видят на черно-белых космических фотографиях, — это купольные поднятия в земной коре, так называемые антиклинальные изгибы пачек

пластов. И поскольку антиклинальные поднятия широко распространены, это объясняет и повсеместное распространение «колец».

На юго-востоке Русской платформы и в Прикаспийской впадине проверили 95 выявленных кольцевых структур. Только три (!) из них оказались антиклинальными куполами. А такая, казалось бы, очевидная и крупная геологическая «выпуклость», как Оренбургский вал, на космofотоснимке вообще никак не отразилась.

На поверхности Луны и соседних с нами планет обнаружены кратеры, во многом сходные с кольцевыми структурами Земли. Ученые высказали гипотезу о метеоритном происхождении и тех и других. Действительно, если метеорит размером в несколько десятков метров в поперечнике упадет на поверхность планеты, на ней останется отметина в виде грандиозной воронки. Такой удар подобен взрыву: он порождает температуру во многие тысячи градусов и давление в миллионы атмосфер. Образуется метеоритный кратер, вокруг которого кольцом ложится выброшенная наверх горная порода. С течением времени выемка заливается — заполняется осадочными отложениями, и через миллионы лет следы космического обстрела обнаруживают себя лишь специфическим геологическим строением, и в частности кольцевой каймой.

Исследования последних лет показали, что число ударных кратеров на Земле не так уж велико, в самом щедром варианте не более 120. Диаметры этих кратеров колеблются от десятков метров до 65 километров, лишь некоторые из них достигают в поперечнике 100 километров. Все эти кольцевые структуры сегодня взяты на учет и внимательно изучаются. И постепенно этим структурам одной за другой «отказывают» в метеоритном происхождении.

В некоторых кольцах обнаружено двух-трехъярусное строение, что говорит об их развитии в несколько этапов. Следовательно, метеоритное происхождение здесь исключается: ведь не могли же метеориты с таким снайперским мастерством падать точно в одно и то же место на поверхности Земли?! Другая довольно большая группа колец расположена в точках, где пересекаются крупные разломы в земной коре. И опять невозможно представить столь прицельный «обстрел» из космоса.

Многие кольцевые формы на Луне, Марсе, Венере, Меркурии также вызывают



сомнение в том, что они метеоритного происхождения, потому что процесс их образования был многоактным. Многие кольца на поверхности Луны могут оказаться кратерами вулканов.

Все эти данные в сумме направили внимание ученых в сторону другой, не космической, а местной, земной гипотезы происхождения кольцевых структур. Она говорит о том, что кольцевые структуры порождены внутренней деятельностью планеты, глубинной энергией и связанным с ней подъемом магмы. Поднимаясь к поверхности Земли, магма внедрялась в приповерхностные слои, разогревала их, меняла состав... Возможно, что в образовании кольцевых структур повинны потоки, восходящие из глубоких недр — из мантии.

Наши исследования на юге Русской платформы во многом подтвердили правоту такой геологической гипотезы происхождения кольцевых структур. Были использованы и космические фотографии и геофизические методы исследования: гравиметрический, магнитометрический, термический. Комплексные работы показали, что механизм формирования большинства кольцевых структур различного размера связан с мощным воздействием снизу, когда спокойствие земной коры нарушает всплывающее геологическое тело, имеющее чаще всего форму перевернутой капли. Это приводит в состояние напряжения земную поверхность, и то место, куда пришелся удар из недр, окружается трещинами. В земной коре появляются концентрические или овальные разломы, образующие кольцевую структуру. Если говорить более точно, мы имеем дело не со структурами, а с кольцевыми разломами, которые еще разбиты и радиальными нарушениями.

К таким же разломам могут привести подъем из недр к поверхности соляных куполов, гидротермальная деятельность, работа грязевых вулканов...

Как только в земной коре появляются кольцевые разломы, они тут же становятся местом наиболее активного воздей-

ствия недр. Ведь это ослабленные зоны. Тогда устремляются глубинные растворы, там легче происходит фильтрация, проникновение различных веществ, туда поступает больше тепла из глубинных очагов, потому что там образовалась в определенном смысле «пустота», которую, как известно, природа, в том числе и подземная, не терпит.

Один из результатов этих процессов — появление в ослабленной зоне минерализованных растворов и выпадение из них карбонатных и кремнистых минералов, имеющих светлую окраску. Они-то и маркируют кольцевые разломы, которые на космических фотографиях предстают как круг или овал более светлого тона, чем окружающая поверхность.

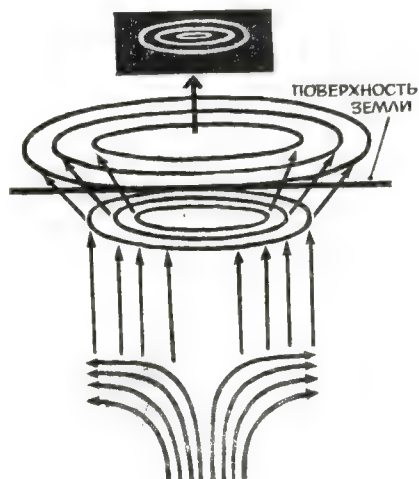
В кольцевую зону разуплотненных пород проникает вода, и как следствие — здесь интенсивнее начинает развиваться растительность. Все это не остается незамеченным с космических высот.

Геологическая гипотеза не претендует на то, чтобы объяснить все многообразие кольцевых структур. Среди них встречаются такие, которые никак не увязываются с геологическим строением данного района, его морфологией. Вот, например, так называемые «мерцающие» кольца. Они бывают лучше или хуже видны в зависимости от времени года. Иногда они пропадают вовсе, а через какой-то срок космические фотообъективы вновь фиксируют их.

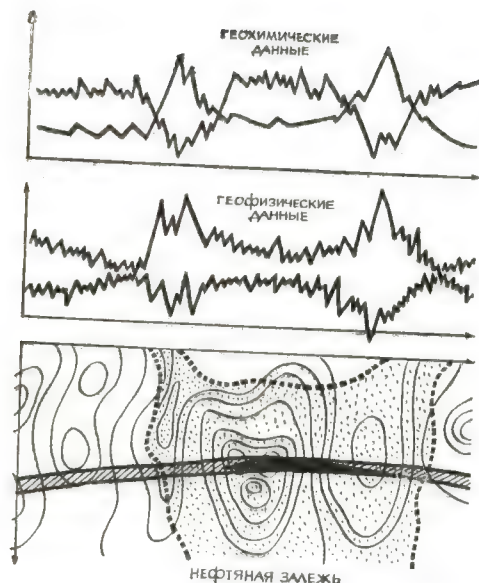
Как это можно объяснить? Подземные импульсы энергии, если они окажутся достаточно мощными, могут изменить облик земной поверхности. Но могут и никак не проявиться на поверхности, если импульс был не очень сильным. В таком случае поднимающаяся магма остановится на какой-то глубине далеко от поверхности, там она остынет, образуя тела разнообразной конфигурации. А вокруг появится кольцевое обрамление.

Так в недрах возникает система колец, подобных тем, что наблюдаются на земной поверхности. Но и эта глубоко скрытая структура также будет влиять на поверхность, отбрасывать «тень» вверх. Исследованиями установлено, что погребенная кольцевая структура — кольцевой каркас — вызывает в приповерхностных слоях возмущения магнитного, гравитационного, теплового, электрического и других физических полей. И они тоже имеют кольцеобразную форму! В верхних слоях земной коры появляется как бы проекция этого каркаса — кольцевая физическая аномалия.

Происходит это потому, что участок земной коры, в недрах которой возникла система кольцевых нарушений, претерпевает определенные изменения. Другими стано-



Мощный импульс из недр рождает горизонтальные и вертикальные напряжения в земной коре, которые, в свою очередь, создают потоки вещества, направленные вверх. Эти потоки формируют кольцевые аномалии в верхних слоях земной коры, и как их следствие возникают кольцевые аномалии в околосредних слоях атмосферы. На космическом снимке появляется кольцеобразное изображение.



вятся его геохимический состав, тепловой режим, фильтрационные свойства и т.п. В результате кольцевая аномалия становится видимой: ее фиксируют по результатам различных аэрокосмических съемок.

Кольцевая физическая аномалия подвержена влиянию геофизических полей земного шара. Она взаимодействует с ними. Во время ионосферных возмущений, магнитных бурь, землетрясений это влияние оказывается особенно сильным. Магнитная буря, например, может «сдуть» аномалию в сторону, другие атмосферные и приповерхностные возмущения могут сильно изменить ее, и она на какое-то время перестанет обнаруживать себя.

Так, нам кажется, можно объяснить происхождение «мерцающих» структур, которые то хорошо видны, то почти незаметны, то меняют свое положение, форму, контрастность и т. д.

Появлением физических аномалий в поверхностных слоях земной коры можно объяснить еще одно загадочное явление, обнаруженное при космическом фотографировании. Речь идет о «просвечивании» глубинных структур Земли, которые проявляются на ее поверхности, несмотря на то, что они скрыты на значительной глубине. Специалисты назвали это свойство земной коры рентгеноскопичностью, говорили, что глубинные формы проступают на поверхности подобно тому, как проступают очертания статуи через покрывало, которое на нее накинуто до момента открытия. Теперь мы можем дать другое объяснение этому явлению. Мы видим на поверхности не отпечаток структур, упрятанных в недра, не сами эти структуры просвечивают через земную толщу, мы видим лишь «отблеск».

На схеме хорошо видны черные пятна, показывающие расположение месторождений нефти и газа, и оправдывающие их кольцевые структуры. Прямые линии показывают линейные разломы.

Нефтяная залежь искажает геофизические и геохимические поля в пространстве вокруг себя, что наглядно демонстрируют графики: кривые геофизических и геохимических данных дружно меняют свой ход при измерениях над залежью. Вертикальный разрез (нижний рисунок) показывает продуктивный пласт и нефтяную залежь в нем. Она оказывает влияние на окружающее подземное пространство (выделено точками) и меняет характер изолиний гравитационного поля,

который они отбрасывают на поверхность Земли, то есть порожденные ими физические аномалии.

В течение нескольких лет объектом наших наблюдений были нефтегазовые месторождения, на которых кольцевые аномалии обнаружили еще в довоенное время. Эти аномалии получили в геологической литературе название «гало-эффекта» — по аналогии с образованием светлых кругов вокруг дисков Солнца и Луны.

Нами установлено, что вокруг антиклинальной структуры, в которой содержится нефть и газ, возникают кольцеобразные зоны, резко отличающиеся от окружающих пород. Прежде всего они менее плотные, и в них по трещинам и порам устремляются нефть и газ. В них повышается тепловой поток, приток подземных вод, сильнее поглощаются сейсмические волны, возрастает электропроводность, изменяются химические реакции, образуются новые минералы, поселяются определенные типы бактерий, «питающихся» углеводородами.

В концентрических зонах рождаются новые минералы, в том числе сульфиды, которые образуют гальванические пары. Возникают электродвижущие силы напряжением до двух вольт, идут электрохимические реакции. Вокруг нефтяного месторождения начинает формироваться активная кольцевая аномалия.

Сульфиды, кроме того, обладают высокой магнитной способностью, они ферромагнетики. Получается, что вокруг залежей нефти образуется кольцевой магнит. Когда мы заново пересмотрели магнитную съемку некоторых нефтеносных районов, то почти над каждым из них обнаружили кольцеобразную магнитную аномалию.

Химические реакции в круговой зоне приводят к появлению здесь соединений урана, тория, радия, которые мигрируют вверх вместе с фильтрующими водными растворами. Это отмечают специальные





Детям часто предлагают игры с карточками. Эти игры развивают сообразительность, и ребятам они нравятся. Например, на одних карточках изображены овощи: огурец, помидор, баклажан, другие карточки цветные: зеленая, красная, фиолетовая и т. д. Надо установить соответствие между карточками, то есть указать, какого цвета тот или иной овощ. Или на одних карточках нарисованы звери, а на других — контуры Европы, Азии, Австралии, Америки, Антарктиды. Надо показать, какие звери в каких частях света обитают.

Став взрослыми, мы не разлюбили подобные задания. Правда, для взрослых они становятся посложней. Одно из таких заданий на знание математики предлагается ниже.

Перед вами три таблицы. Установите соответствие между их левыми и правыми частями. За каждый правильный ответ (см. стр. 141) из раздела «Элементарная математика» начислите себе 5 очков, а из разделов «Высшая математика» и «Замечательные кривые» по 10 очков. Если вы набрали 75—125 очков, вы хорошо знаете математику; если 25—75, ваши знания удовлетворительные; если менее 25 очков, вы имеете недостаточные математические познания.

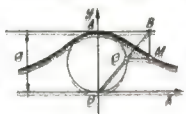


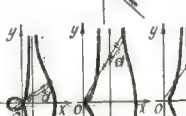
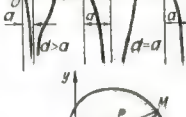
### 1. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ МАТЕМАТИКА

- |                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| 1 Бином Ньютона          | A | $S_n = \frac{(a_1 + a_n)}{2} n$            |
| 2 Прогрессия             | B | $n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n$       |
| 3 Среднее арифметическое | B | $\sum_{i=0}^n a_i x^{n-i} = 0$             |
| 4 Факториал              | Г | $x = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{i}$           |
| 5 Уравнение              | D | $(a+b)^n = \sum_{k=0}^n C_n^k a^{n-k} b^k$ |

### II ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

- |                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| 1 Вариационное исчисление         | A | $L(y) = \int_a^b f(x, y, y') dx$   |
| 2 Гармонический анализ            | B | $\sum_{i=1}^n a_i \frac{\partial u}{\partial x_i} + \sum_{i=1}^n b_i \frac{\partial u}{\partial x_i} + cu = f$ |
| 3 Математическая статистика       | B | $\int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx = 1$   |
| 4 Теория вероятностей             | Г | $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$   |
| 5 Уравнения математической физики | D | $f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx + b_n \sin nx$   |

### III ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

- |                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| 1. Лиссен Аньези       |    | A $(x-a)^2(x^2+y^2) - a^2x^2 = 0$        |
| 2. Лемниската Бернулли |    | B $x^2 + y^2 - 3axy = 0$                 |
| 3. Декартов лист       |    | B $(x^2 + y^2 - 2xy)^2 = a^2(x^2 + y^2)$ |
| 4. Конхоида Никомеда   |   | Г $y(a^2 + x^2) = a^5$                   |
| 5. Улитка Паскаля      |  | D $(x^2 + y^2)^2 = 2a^2(x^2 - y^2)$      |

приборы. В некоторых случаях возможен и локальный прогрев этих пород, что еще сильнее выделяет кольцо вокруг месторождения.

Таким образом, купольное поднятие в земной коре, наполненное нефтью и газом, создает вокруг себя кольцевые зоны, которые улавливаются фотообъективом и различными геофизическими приборами.

Такова в общих чертах сущность нового открытия, сделанного советскими геологами. Оно проливает свет на историю происхождения целого класса структур в земной коре, раскрывает механизм их формирования, показывает малоизвестные особенности жизни верхней оболочки Земли.

Практическая ценность открытия проявилась уже в процессе исследований, которые проводились на месторождениях нефти и газа. Создан целый комплекс геофизических и геохимических методов поисков и разведки месторождений углеводородов. Для обнаружения месторождений привлекаются не один и не два признака, а большая группа их, что заметно повышает точность прогнозов. Следовательно, эффективность геологоразведочных работ возрастает.

Открытие послужит отправной точкой для создания физико-технических основ, прямых геофизических и геохимических методов поиска залежей нефти и газа.



## ДЛЯ ТЕХ, КТО ВЯЖЕТ

### ПУЛОВЕР ИЗ РАЗНОЦВЕТНЫХ ОСТАТКОВ ПРЯЖИ (размер 50).

Для вязания такой модели потребуется около 200 г шерстяной или хлопчатобумажной пряжи: 80 г пряжи одного цвета и по 40 г пряжи трех других цветов. На фото модель пуловера, выполненная из 80 г пряжи бежевого цвета и из 120 г пряжи коричневого, белого и розового цветов (по 40 г каждой). Полосы чередуются через 2 ряда. Пуловер связан крючком 3 мм.

#### Выполнение столбиков, необходимых для работы.

**Полупетля** (проявляется при убавлении нескольких петель). Введите крючок в петлю, подхватите и вытяните рабочую нитку и протяните его через петлю, лежащую на крючке.

**Столбики без накида.** Введите крючок в петлю, подхватите и вытяните рабочую нитку, сделайте накид и протяните его через обе петли, лежащие на крючке.

#### Столбики с накидом.

Сделайте накид, введите крючок в петлю, подхватите и вытяните рабочую нитку, сделайте накид, протяните его через первые две петли, снова сделайте накид и протяните его через две оставшиеся петли.

**Образец вязки.** Свяжите цепочку из четного числа петель.

**1-й ряд:** введите крючок во вторую петлю от конца цепочки и провяжите в ней и в каждой следующей за ней петле по одному столбику без накида;

**2-й ряд:** 1 воздушная петля. Начиная со второго столбика предыдущего ряда провязывайте в каждом следующем столбике по одному столбику без накида, вводя крючок в оба звена петли;

**3-й ряд** (скрещенные столбики): 2 воздушные петли, накид, введите крючок в третью петлю от начала

ряда и провяжите в ней первый столбик с накидом, накид, затем введите крючок в обратном направлении в первую петлю ряда и провяжите второй столбик с накидом (получился скрещенный столбик)\*; пропустите от первого столбика одну петлю, накид, провяжите в следующей петле 1 столбик с накидом, накид, введите крючок в обратном направлении в основание первого столбика предыдущего скрещенного столбика и провяжите в нем второй столбик с накидом \*. Повторите от \* до \*;

**4-й ряд:** вяжите столбики без накида.

Рисунок повторяется с 1-го по 4-й ряд. Цветные полосы чередуйте так, чтобы ряды скрещенных столбиков каждый раз получались другого цвета.

**Плотность вязки:** 29 петель в ширину и 17 рядов в высоту равны 10 см.

#### ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Пуловер вяжется цельным полотном, начиная от левого рукава. Стрелка на чертеже показывает направление работы.

Свяжите цепочку из 92 петель бежевой пряжи, вяжите 10 см по образцу, чередуя цвета полос. Теперь начните расширение рукава, прибавляя с обеих сторон 1 раз по 1 петле, затем 4 раза по 1 петле в каждом четвертом ряду, 7 раз по 1 петле в каждом втором ряду и по 1 петле в следующих двенадцати рядах. После этого прибавляйте в каждом ряду с обеих сторон 5 раз по 2, 3 раза по 3, 2 раза по 6, 1 раз по 7, 1 раз по 8 и 1 раз по 32 петли (на крючке после прибавлений должно быть 296 петель). Для прибавления нескольких петель провязывайте в конце каждого ряда цепочки из воздушных петель.

На 61-м см от начала работы провяжите 148 петель левой половины пуловера (переда), отметьте последнюю из этих петель ниткой другого цвета и перейдите к выполнению правой поло-



# ВМЕСТО СИГАРЕТЫ — ЛОМТИК СЫРА

Кандидат медицинских наук К. ВИКТАРОВ.

Не будем вторгаться в физиологический смысл курения, не будем рассматривать его с точки зрения действия никотина на центральную нервную систему, попробуем разобраться, что же ощущает курильщик при курении. Почему ему так трудно бросить курить?

Его организм, а точнее полость рта, привыкает получать время от времени, помимо всего прочего, определенную дозу горечи, которую дает никотин. При поступлении никотина в легкие и в кровь возникает обратная связь между его приемом и желанием закурить. До тех пор, пока курильщик поглощает никотин, его будет одолевать это жгучее желание. Чтобы оно прошло, необходимо разрушить установившуюся обратную связь.

На помощь курильщикам пришла медицина. Вот справочник «Лекарственные препараты, разрешенные к применению в СССР», Москва, «Медицина», 1979 г., стр. 233.

**ТАБЕКС.** В состав таблетки входит 0,0015 г алкалоида цитизина. Применяется как средство, облегчающее отвыкание от курения. Ле-

чение начинают с 6 таблеток в день с постепенным уменьшением дозы до 1—2 таблеток в день. Курс лечения — 100 таблеток на 25 дней.

Но таблетки есть таблетки. У них могут быть и свои побочные явления и свои противопоказания. Особенно для людей не совсем здоровых.

Желая избавиться от вредной привычки, я перепробовал различные пищевые продукты и нашел среди них такой, в котором больше всего ощущается «табачная горечь». Им оказался... голландский сыр. (Можно, впрочем, прибегнуть и к другим сортам сыров, только неплавленым.) Нарезал сыр узкими ломтиками (шириной 1—1,5 сантиметра), подсушил и уложил их в пустую сигаретную пачку. И как только наступало желание закурить, я доставал ломтик сыра и, положив его на язык, долго перекачивал во рту. В этом случае вроде бы соблюдался ритуал курения, да и по вкусу сыр напоминал табак.

Организм, получив определенную порцию «табачной» горечи, несколько успокаивается, что и требует-

ся от препаратов, «отучающих» от курения. Если успокоение недостаточно, надо принять еще один ломтик сыра.

Что же происходит?

Организм подает сигнал «хочу курить», получает привычную горечь и успокаивается. Но роль никотина исполнил сыр. Дальше — больше: организм, не получая никотина, все более от него отвыкает, обратная связь постепенно слабеет и исчезает. Через неделю-полторы обратная связь полностью разрывается и исчезает желание курить.

Разумеется, эта методика действенна только в том случае, когда курильщик твердо решает: «С такого дня я больше не курю», — избавляется от папирос, сигарет, мундштуков, трубок, пепельниц, зажигалок и прочих принадлежностей для курения.

И еще. Перейдя на сырные «сигареты», курящий должен соответствующим образом настроиться, не думать: «А мне не помогает, это не для меня». Напротив, всячески внушать себе: «Я успокаиваюсь и совсем не хочу курить».

та перспективна для практической медицины. Расшифровка нервного кода психических процессов поможет отрегулировать до нормы разладившийся организм, излечивать людей с мозговыми заболеваниями.

Итак, в ИЭМе получены совершенно новые факты. Выдвинуты стройные гипотезы работы здорового и больного мозга. Найдены подходы к расшифровке психического кода. Многие еще на уровне гипотез. Но именно гипотезы всегда предшествуют точным знаниям.

Деятельность человека может быть надежной лишь тогда, когда она поставлена на научный фундамент. К медицине это имеет отношение большее, чем к чему бы то ни было другому. Цена ошибок здесь слишком дорога: жизнь многих людей.

Я вспоминаю одну из самых первых встреч с Бехтеревой. В перерыве между

совещаниями в академии кто-то неосторожно сказал при ней:

— Хорошо бы создать моральный фильтр в медицине. Так, чтобы в клиниках не работали те, у кого нет к человеку сочувствия, сострадания. Шли бы такие в физиологию, что ли.

— Только не в физиологию, — резко сказала Наталья Петровна. — В любой науке, связанной с человеком, нечего делать тому, кто его не любит, ему не сострадает. Такой бесполезен — крупной идеи о живом у него не появится. А главное: гиппократов завет «прежде всего — не повреди» для нас священен так же, как и для всех врачей.

Это вырвалась продуманная точная формулировка «Символа веры» исследователя жизни. То, на чем стоишь. И не можешь иначе. Ради этого, ради человека, его здоровья и работает Институт экспериментальной медицины.

# ПОЧЕМУ СИНЬКА СИНЯЯ?

Окружающий нас мир всегда полон разнообразнейших красок. Как же возникает это цветное богатство? Почему каждое вещество окрашено в свой цвет? Этим вопросам посвящена статья.

Кандидат химических наук О. МИХАЙЛОВ.

*«Богатый красками мир делается ярче, и на его фоне становятся еще заметнее отдельные явления природы» (М. Миннарт, «Свет и цвет в природе»).*

## ВСЕГО ТРИСТА НАНОМЕТРОВ \*

Первым человеком, «пролившим свет» на природу цветового восприятия, был знаменитый английский физик Исаак Ньютон. В 1666 году он обнаружил, что белый солнечный свет, проходя через трехгранную призму, расщепляется в цветовой спектр. Ученый разделил эту гамму на семь цветов — красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Подобное расщепление получило название дисперсии света. Ее, наверное, наблюдал каждый из читателей: ведь семь цветов радуги также связаны с указанным явлением, только роль ньютоновской призмы выполняют в данном случае мельчайшие капельки воды. Эти семь цветов и составляют тот довольно узкий диапазон электромагнитных волн (примерно от 400 до 700 нанометров), которые способен улавливать наш глаз.

Впрочем, даже и этих трехсот нанометров оказывается достаточно для того, чтобы породить цветное многообразие окружающего нас мира.

И тут возникает вопрос: а почему мы видим листья растений зелеными, полотнища наших флагов — красными, а синьку для белья, которая упомянута в заголовке статьи, — синей?

## СВЕТ НА РАСПУТЬЕ

Нетрудно сообразить, что наблюдаемый нами цвет того или иного вещества определяется тем, лучи с какими длинами волн после взаимодействия света с веществом в конечном итоге попадут в наш глаз. Если это преимущественно синие лучи, то и вещество будет казаться нам синим, если же красные — то красным, и так далее.

Попытаемся разобраться во взаимодействии света с веществом.

Падая на освещаемый предмет, свет обычно претерпевает своеобразное разделение на три части: одна часть отражается от поверхности предмета и рассеивается в пространстве, другая часть поглощается веществом и третья проходит сквозь него.

Бывает, что эта троица оказывается неполной. Например, в ней может не быть ни отраженной частью, ни прошедшей сквозь него компоненты, иными словами, вещество поглощает весь упавший на него свет. Глаз наблюдателя тогда ничего не воспримет, и рассматриваемое вещество будет выглядеть черным. При отсутствии прошедшей компоненты оно будет непрозрачным. Ясно, что в этом случае окраска вещества определяется балансом между поглощением и отражением падающих на него лучей. Скажем, синька поглощает красные и желтые лучи, а синие отражает — тем и обусловлен ее цвет.

Все три вышеназванных явления — отражение, поглощение, прохождение света — имеют место лишь при освещении прозрачных веществ. Таковы, в частности, истинные растворы, многие кристаллы. Их можно наблюдать и в отраженном и в проходящем свете.

Характерно, что отраженные веществом лучи, как правило, занимают весьма неширокий участок на шкале яркости, различаются по яркости не так уж резко — от силы в сотни раз. Лучи, проходящие через прозрачные вещества, могут различаться в этом отношении гораздо сильнее — в десятки и сотни тысяч раз. Этим, между прочим, объясняется то обстоятельство, что получившие сейчас широкое распространение слайды, рассматриваемые на просвет, отличаются гораздо большей сочностью и насыщенностью красок, нежели цветные фотографии, которые мы рассматриваем в отраженном свете.

До сих пор в качестве подсвечивающего излучения мы подразумевали лишь солнечный свет. В нем, как известно, процент синих и фиолетовых лучей больше, нежели красных и желтых. А как изменится цвет вещества, если заменить наше дневное светило на, скажем, обычную электрическую лампочку?

В спектре лампы накаливания по сравнению с солнечным спектром заметно боль-

\* Нанометр — миллиардная доля метра, миллионная доля миллиметра.



ший процент желтых и красных лучей. Поэтому и в отраженном свете возрастает их процент по сравнению с тем, что получается при солнечном свете. Значит, освещаемые лампочкой предметы будут выглядеть «желтее», чем при солнечном освещении. Лист растения станет уже желто-зеленым, а синька — сине-зеленой или даже вовсе зеленой. Если же синьку осветить красным светом, то она покажется нам черной, потому как начисто поглотит весь падающий на нее свет...

Итак, понятие «цвет вещества» не является каким-то абсолютным, оно зависит от освещения. С этой точки зрения бессмысленно выглядят публикуемые время от времени сообщения об «узнавании» тем или иным субъектом цвета бумаги, заключенной в светонепроницаемую свинцовую касету (или вообще в затемненном помещении), посредством некоего «теплого восприятия». Понятие цвета в темноте вообще лишено всякого смысла, и говорить о нем можно не с большим успехом, чем, скажем, о мелодичности непрозрачной грампластинки или о красочности еще не проявленной фотопленки.

Любопытно, что окраска вещества зависит не только от цвета падающих на него лучей, но и от интенсивности освещения. Еще Леонардо да Винчи писал: «Зеленый и голубой усиливают свои цвета в полутени, а красный и желтый выигрывают в цвете в самых освещенных местах, и то же самое делает белый».

В самом деле, как-нибудь погожим днем обратите внимание на резкое различие в яркости между красной георгиной на цветочном газоне и фоном из темно-зеленых листьев: оно явно не в пользу зелени. Зато в сумерках и поздно вечером контраст окажется противоположным: теперь уже цветы покажутся вам намного темнее листьев.

Вот еще более разительный пример того же рода. Подберите репродукцию или цветной снимок, на котором днем вы расцениваете голубой и красный цвета примерно одинаковыми по яркости. Разглядывая ту же картину в сумерках, вы отметите, что голубой цвет стал настолько ярче красного, что даже кажется, будто краска светится изнутри!

Дело здесь в том, что днем при нормальном освещении, наш глаз видит посредством одних клеток сетчатки глаза — так называемых «колбочек», а при очень слабом — уже посредством других, «палочек». «Колбочки» более чувствительны к желтому цвету, тогда как «палочки» — к сине-зеленому (см. 6—7 стр. цветной вкладки). Именно этим и объясняется описанное явление, называемое эффектом Пуркинье.

Итак, мы лишний раз убедились в том, что видимый нами цвет вещества не может служить его объективной характеристикой, — он меняется в зависимости от источника света, интенсивности освещения и т. д. Стало быть, для объяснения окраски того или иного вещества должен быть использован какой-то другой критерий. Какой же?

## ОТ ПЕРЕЛИВОВ ЦВЕТА — К СПЕКТРАМ ПОГЛОЩЕНИЯ

Сейчас уже трудно установить, кому из исследователей впервые пришла в голову удачная мысль — изучить поглощение тем или иным веществом *монохроматического света*, то есть излучения со строго фиксированной длиной волны. (Мысль эта оказалась настолько удачной, что впоследствии на ее основе родился специальный метод изучения вещества — оптическая спектроскопия.)

В исследованиях такого рода выяснилось, что процент пропущенного веществом монохроматического света падает экспоненциально по мере того, как увеличивается толщина поглощаемого слоя. Приняв во внимание этот факт, немецкий физик А. Беер в 1852 году предложил измерять не процент пропущенного веществом света, а его десятичный логарифм. Эту величину, взятую с обратным знаком, он назвал оптической плотностью вещества.

Как известно из математики, логарифм величины, изменяющейся экспоненциально, изменяется по линейному закону. Отсюда нетрудно заключить, что оптическая плотность вещества прямо пропорциональна толщине слоя этого вещества.

При исследовании поглощающей способности растворов выяснился еще один факт: оптическая плотность прямо пропорциональна концентрации поглощающего вещества. После этого вопрос о поглощении света веществом приобрел предельно простую форму. Для ответа на этот вопрос требовалось лишь выяснить, в какой мере свет с той или иной длиной волны поглощается веществом единичной концентрации в слое единичной толщины. Соответствующая характеристика была названа *коэффициентом экстинкции*. Он определяется лишь природой поглощающего вещества и длиной волны падающего на вещество излучения.

И если исследуется прохождение света с определенной длиной волны сквозь слой вещества заданной концентрации и толщины, надо умножить эти заданные параметры на соответствующий указанной длине волны коэффициент экстинкции. В произведении получится оптическая плотность, а по ней нетрудно рассчитать процент поглощенного веществом света \*.

Если же вещество облучается не монохроматическим светом, а смесью лучей с

\* Казалось бы, поскольку понятие концентрации имеет отношение лишь к растворам, то закономерности поглощения света предельно просты у твердых тел, у кристаллов: там все определяется лишь толщиной поглощающего слоя. Вопреки этому очевидному соображению условия прохождения света сквозь кристалл намного сложнее, чем сквозь раствор. Например, здесь существенно то направление, в котором световой луч пронзает кристаллическую решетку: на одном пути он реже встречает атомы, на другом — чаще (см. цветную вкладку). Неудивительно, что окраска некоторых кристаллов зависит от их ориентации по отношению к источнику света и глазу наблюдателя (это и имеют в виду под терминами: плеохроизм, дихроизм).

различными длинами волн, то описанным способом следует определить поглощение каждого луча по отдельности и просуммировать получившиеся результаты — в итоге станет ясно, какого цвета и какой интенсивности свет будет пропущен веществом.

Итак, для исчерпывающего рассмотрения вопроса о прохождении света через вещество необходимо знать зависимость коэффициента экстинкции от длины волны света. Такая зависимость называется *спектром поглощения*. Он-то и служит наиболее простым и удобным инструментом для расчетов, связанным с прохождением света сквозь вещество.

Зная, какие лучи поглощает освещаемый предмет, несложно определить, какие оно отражает. Таким образом, спектр поглощения позволяет судить об окраске предмета и в проходящем и в отраженном свете.

### ОТ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ — К ЭЛЕКТРОННЫМ ПЕРЕХОДАМ

Даже при беглом взгляде на спектр поглощения какого-либо вещества можно отметить, что он состоит из характерных «холмов» различной ширины и высоты. Общий вид всей такой холмистой гряды для каждого вещества свой.

Естественно предположить, что спектр вещества определяется строением молекул. Но каким образом?

Для ответа на этот вопрос посмотрим вначале, как устроена молекула любого вещества. Чем-то она напоминает современный многоэтажный дом, только этажами в таком «доме» являются уровни энергии, а в роли жильцов выступают электроны. Приглашая друг друга в гости, мы говорим, что живем, допустим, на втором или первом этаже, но никто не скажет, что живет на полуторном, — номер этажа может быть выражен лишь целым числом. Нечто похожее имеет место и в молекуле: энергия каждого электрона может равняться лишь нескольким строго определенным значениям.

Представим себе теперь, что одному из электронов в силу каких-то причин вздумалось спуститься на этаж-другой ниже. Что при этом произойдет?

Когда электрон спускается с более высокого по энергии уровня на более низкий, энергия всей молекулы снижается и образовавшийся ее избыток выбрасывается в виде кванта электромагнитного излучения, причем как раз той энергии, которая в точности соответствует дистанции, пройденной электроном-переселенцем. Так происходит *испускание* света веществом. Ну, а если электрон пожелает подняться повыше, требуемую для этого энергию приходится откуда-то заимствовать, — она приносится квантами света, *поглощаемого* молекулой.

Спектр поглощения, свойственный тому или иному веществу, очевидно, рассказывает, какого сорта кванты поглощаются или испускаются молекулами этого вещества, какой длиной волны обладают лучи света, поглощаемые и испускаемые этим веществом.

Здесь стоило бы сделать очевидное примечание: преодолеваемая электроном дистанция между энергетическими уровнями молекулы не зависит от того, пройдет ее электрон снизу вверх или сверху вниз. Поэтому, зная, какие кванты поглощает молекула, можно безошибочно предсказать, какие она способна испускать. Впрочем, для сброса энергии, приобретаемой в виде световых квантов, у молекул есть иные возможности: разменять ее во взаимных соударениях и перевести тем самым в энергию теплового движения. Вот почему, говоря о спектрах поглощения, мы не будем говорить о спектрах излучения.

Внимательный читатель после всего сказанного мог бы поинтересоваться: если молекулы поглощают и излучают кванты лишь строго определенной энергии, то спектр поглощения любого вещества должен был бы состоять из отдельных острых пиков, а не тех холмов, чередой которых он предстает перед нами. Почему же всякий спектр поглощения имеет не линейчатый, а волнообразный вид?

Для ответа на этот вопрос вспомним, что атомы в молекуле не занимают строго фиксированных мест, а совершают колебания относительно неких средних положений, подобно маятнику в настенных часах. Эти колебания приводят к тому, что и межатомные расстояния не остаются постоянными. Между тем высота энергетических уровней в молекуле зависит от этого фактора.

Стало быть, электронные «этажи» тоже не занимают какого-то жесткого положения, а «колышутся» в такт с колебаниями самих атомов, составляющих молекулу, так, что энергия, требуемая для каждого электронного перехода, тоже изменяется в некоторых пределах. Поскольку каждому такому значению энергии отвечает свой сорт поглощаемых квантов, своя длина волны поглощаемого света. Получается, что одному электронному переходу в молекуле фактически соответствует определенный диапазон на шкале длины световых волн. Потому-то предполагавшие пики и расплываются в пологие холмы.

Столь уверенное толкование характерных деталей спектров поглощения может вызвать у читателя вопрос: можно ли чисто теоретическим путем точно рассчитать спектр поглощения для любого вещества, строение которого известно?

Современная квантовая механика дает на это утвердительный ответ. Да вот беда: расчеты оказываются чрезвычайно сложными, посильными лишь мощным электронно-вычислительным машинам. Ясно, что и в этой популярной статье будут изложены лишь самые общие принципы, в соответствии с которыми можно истолковывать цвета веществ.

### МОЛЕКУЛУ КРАСЯТ ЕЕ ЭЛЕКТРОНЫ

На цветной вкладке изображены молекулы некоторых углеводородов, составленные из шестичисленных колец, взятых в мень-



шем или большем количестве. Первые два низкомолекулярных представителя этого ряда, бензол и нафталин, — вещества бесцветные. Двигаясь дальше по этому ряду, мы заметим, что окраска становится все более сильной, а длина волны, при которой достигается наибольшая степень поглощения (максимум поглощения), смещается все дальше вправо, к красной границе спектра: тетрацен, пентацен и гексацен окрашены соответственно в оранжевый, темно-фиолетовый и черно-зеленый цвета. Почему же это происходит?

Для ответа на поставленный вопрос взглянем на строение вышеуказанных молекул. В них, как нетрудно заметить, происходит чередование простых и двойных связей между атомами углерода (так называемое сопряжение связей). Известно, что двойные и одинарные связи могут относительно легко меняться друг с другом местами. Но каждая межатомная связь — это пара электронов, общих для связываемых атомов. Вот и получается, что на участке сопряжения связующие электроны могут довольно свободно перемещаться в пределах такого участка. Подобная свобода влечет за собою важные оптические последствия.

Чтобы понять их, рассмотрим два химически связанных атома. Пусть электронные этажи одного атома располагаются на одних энергетических уровнях, этажи другого — примерно на тех же, но несколько иных уровнях. В каждом атоме — свои разности уровней, а стало быть, свои возможности для поглощения квантов. Электрону, связующему атомы, доступны этажи того и другого. При таких условиях возникают новые возможности межэтажных переходов, и дополнение к прежним разностям уровней появляются другие (см. цветную вкладку), набор поглощаемых квантов становится разнообразнее, число таких квантов больше. Это тем более верно для электрона, способного путешествовать по энергетическим этажам не двух, а нескольких атомов. Вот почему окраска рассмотренных нами углеводородов становилась все глубже: в спектре поглощения это отражается возрастанием и расширением гряды «холмов».

В пределе можно ожидать, что при бесконечно большом числе колец подобное вещество окажется способным поглощать все кванты видимого света, будет совершенно черным. И действительно: предельный представитель рассмотренного нами ряда молекул — графит — имеет черный цвет.

Но это еще не все. Как уже было сказано, все большая свобода в перемещениях электронов приводит к тому, что максимум поглощения смещается вправо, к красной границе спектра, в область все более длинных волн. Это тоже понятно: чем больше энергетических уровней доступны электрону в некоторых пределах, тем, очевидно, гуще расположены эти уровни, тем короче переходы между ними, тем меньшей энергией обладают соответствующие кванты. А энергия светового кванта и длина

соответствующей световой волны связаны между собою обратной пропорциональностью.

Объяснение, проведенное здесь при помощи условных графиков, — разумеется, предельно упрощенное, не отражающее, да и не способное отразить тонкостей квантово-механического характера. Несмотря на это, оно верно передает важные теоретические положения о поглощении света веществом. В подтверждение можно привести немало примеров.

Попытаемся пронаблюдать, как изменяется окраска у галогидных соединений двухвалентной меди. Дифторид  $\text{CuF}_2$  бесцветен, тогда как  $\text{CuCl}_2$  и  $\text{CuBr}_2$  окрашены соответственно в желтый и оранжевый цвета. Налицо углубление окраски. И дело здесь в том, что электрон, выполняющий в галогенидах меди роль связки и поставляемый галогеном, удерживается ионом фтора значительно прочнее, нежели ионами хлора и брома, и поэтому от фтора поступает в общее пользование с ионом меди куда менее охотно, чем от двух других галогидных ионов. А мы только что говорили: чем выше степень подобного обобществления, тем сильнее поглощение света (вот почему при бесцветности  $\text{CuF}_2$  оба следующих галоида оказываются уже окрашенными), тем предпочтительнее поглощаются длинные волны (хлорид меди поглощает лишь зеленые и синие лучи и потому окрашен в желтый цвет, а бромид меди поглощает также и желтые лучи и потому имеет оранжевую окраску).

Бывает, что соединение, составленное из почти бесцветных составляющих частей, оказывается окрашенным. Так, ион  $\text{Fe}^{3+}$  бесцветен, ион  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , входящий в состав желтой кровяной соли, слабо окрашен в желтый цвет. А вот  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ , получающийся при сливании растворов, содержащих указанные ионы, имеет интенсивную синюю окраску, более того, используется в качестве синей краски, так называемой берлинской лазури.

Причину появления окраски в данном случае следует искать в том, что здесь образуется соединение с более прочными химическими связями (не с ионными, а с ковалентными — для разъяснения этих понятий см. «Наука и жизнь», № 9, 1980 г., стр. 50—55); степень взаимного обобществления электронов становится столь значительной, что происходит и сильный сдвиг максимума поглощения в видимую область спектра и возрастание интенсивности поглощения. Случай подобного рода — отнюдь не единственный.

Если растворить йод в спирте или в воде, в которую добавлено немного йодистого калия, то получаются растворы бурокрасного цвета. Йод хорошо растворим также в четыреххлористом углероде и в хлороформе: однако у таких растворов цвет уже фиолетовый. Секрет здесь в том, что молекулы йода образуют с молекулами указанных растворителей малопрочные соединения — сольваты, которые ввиду различного строения имеют и разную ок-

раску. Так что цвет соединения в твердом состоянии не всегда совпадает с цветом его раствора в том или ином растворителе.

Вот другой пример того, как возникающая химическая связь меняет цвет вещества: силикатель, пропитанный хлористым кобальтом, окрашен в сухом воздухе в синий цвет, а во влажном — в розовый и поэтому может быть использован для контроля влажности среды, более того — выступать в качестве предсказателя погоды. А все дело в том, что при избытке влаги молекулы синего хлористого кобальта  $\text{CoCl}_2$  образуют с молекулами воды комплексное соединение — кристаллогидрат  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , имеющий темно-розовую окраску.

Этот пример интересен еще с одной точки зрения: он показывает, что окраска вещества теснейшим образом связана с геометрическим строением его молекул. Молекула безводного хлористого кобальта имеет структуру  $\text{Co}^{2+}[\text{CoCl}_4]^{2-}$ , молекула гидратированного  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}\text{Cl}_2$ . Получается, что в первом случае ион кобальта окружен четырьмя ионами хлора, ориентированными по вершинам правильного тетраэдра, тогда как во втором — шестью молекулами воды, расположенными уже по вершинам другого правильного многогранника — октаэдра. В тетраэдрических молекулах, где в центре располагаются ионы металлов, межатомные расстояния меньше, чем в октаэдрических. К тому же связь с хлором у кобальта в ионе  $\text{CoCl}_4^{2-}$  прочнее, чем с кислородом в ионе  $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ , поэтому и поглощение первого из этих двух ионов выше, максимум поглощения находится в более длинноволновой зоне спектра.

Еще один любопытный факт: соединения с нечетным числом электронов в молекуле чаще являются окрашенными, нежели соединения с четным числом электронов. Скажем, радикал  $\text{C}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$  окрашен в интенсивный коричнево-фиолетовый цвет, тогда как  $\text{C}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$  бесцветен. Двоокись азота  $\text{NO}_2$  с нечетным числом электронов в молекуле — буро-коричневая, а при ее димеризации получается бесцветное соединение  $\text{N}_2\text{O}_4$  (удвоившись, число электронов стало четным). Причина здесь в том, что в системах с нечетным числом электронов один из них является неспаренным и способен относительно свободно перемещаться в рамках всей молекулы. А, как уже упоминалось ранее, это может вызвать появление окраски.

В ряде случаев цвет возникает куда более причудливым способом. Когда в кристаллическую решетку какого-либо вещества попадают чужеродные атомы, ионы или молекулы, в ней возникают напряжения, и это может привести к появлению дополнительных уровней энергии, а значит — дополнительных электронных переходов и, как следствие, — цвета.

Замечено, например, что природная поваренная соль иногда бывает окрашена в красивый голубой цвет. Этим она обязана атомам натрия, которые в силу каких-либо дефектов кристаллической решетки выбиваются из своих насыщенных мест в ее узлах и квартируют в междоузлиях.

То же самое явление обуславливает и голубой цвет синьки, ставший поводом к этой статье. Но прежде, чем окончательно ответить на вопрос, поставленный в заголовке статьи, выясним, что представляет собой синька.

Известна она с глубокой древности, только под более звучными названиями: ультрамарин, лазурит. Когда-то этот камень ценился очень дорого. Однако после того, как химики разгадали его строение и научились получать его искусственно, он стал употребляться в гораздо более скромной роли — для подсинивания белья в домашнем хозяйстве.

С химической точки зрения синька относится к обширному классу минералов, называемых алюмосиликатами. Остов ее кристаллической решетки образован атомами кремния, кислорода и алюминия, в полостях находятся катионы (скажем, тот же натрий). Эти родовые признаки алюмосиликатов сами по себе не обещают цветовых эффектов: большинство минералов этого класса бесцветны. Но синька отличается тем, что в полостях ее решетки кое-где сидят атомы серы. Они-то и порождают синеву, внося напряжения в решетку.

В своих рассуждениях мы ни разу не упоминали о температуре. Цвет вещества, оказываясь, в той или иной мере зависит и от нее. Мы уже говорили, что энергия перескока электрона с одной позиции на другую зависит от межатомных расстояний. Так вот, при изменении температуры меняется не только амплитуда атомных колебаний, меняются и усредненные положения атомов относительно друг друга, а посему изменяются и интенсивность поглощения и ширина полос в спектре (нетрудно сообразить, что при сохранении общей «молекулярной архитектуры» при понижении температуры полосы поглощения сужаются), и положение максимумов поглощения (они несколько сдвигаются в сторону коротких волн). Все это не может не сказаться на цвете вещества. Скажем, сера, желтая при обычных условиях, при охлаждении до температуры жидкого азота обесцвечивается, а уже упоминавшийся ранее хлористый кобальт из голубого становится кроваво-красным.

Свет еще не раскрыл нам многих своих тайн. Например, мы еще не знаем до конца, как формируется в нашем глазу цветовое восприятие. В ряде случаев остается непонятным, почему наш глаз создает иное восприятие цвета, нежели предсказываемое спектральными характеристиками вещества. (Например, золото мы видим желтым, хотя оно, судя по спектру поглощения, должно бы казаться нам оранжево-красным.) Нередко даже с помощью детального квантовохимического расчета не удается до конца объяснить спектр поглощения исследуемого вещества. Сегодня скорее можно говорить об обратном: определив цвет вещества, спектр его поглощения, исследователь увереннее судит об электронной структуре молекул вещества, строении его кристаллической решетки и т. д.



кая, сухая и песчаная, где не подходят близко грунтовые воды. В зимние стужи и птичниках-землянках бывает достаточно тепло. Но, конечно, ничего лучше нет стен бревенчатых, хорошо проконопаченных.

Впрочем, из какого бы материала ни возводились стены, внутри птичника их обязательно штукатурят и белят раствором свежегашеной извести. Время от времени побелку подновляют, чтобы уничтожить появившихся паразитов и предупредить возникновение болезней.

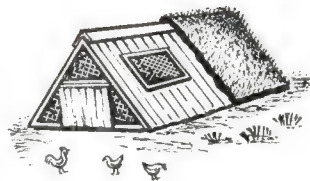
Кровлю можно сделать из железа, толя, кирпича, но они требуют утепления. Для этого иногда на крышу насыпают слой земли или укладывают дерн. Иногда делают крыши соломенные или камышовые.

Лишнюю влагу из птичника выводят через вентиляционную трубу. Ее устраивают подальше от места ночлега птицы.

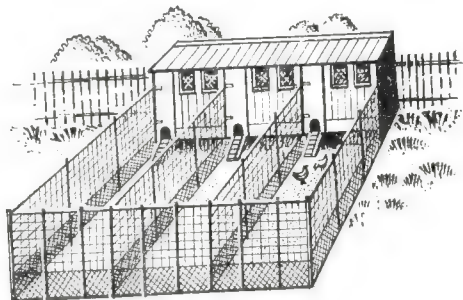
Курам нужен свет. В светлую часть дня достаточно обширных окон. Их делают с двойными рамами, чтобы все усилия по утеплению сарая не пропали зря. Если в курятнике нет электрического освещения, соотношение площади оконных проемов к площади пола должно быть 1:12—15. Если проведено электричество, окошки могут быть меньшего размера.

В период короткого дня освещение дополнит электрическая лампочка. Нормальный световой день для кур-несушек — 14—16 часов. Освещение должно быть равномерным из расчета 4—5 ватт на квадратный метр площади пола. Некоторые птицеводы-любители мастерят автоматические

Сарай-шалаш возводят при недостатке стройматериалов. Часть крыши выкладывают дерном. Чтобы он хорошо держался и трава пошла в рост, его кладут в несколько слоев с таким расчетом, чтобы стены были покрыты им на толщину 18—26 сантиметров. Верхний слой прибивают к нижним колышками. Перед настилем дерна стены покрывают густым слоем смолы или какого-то другого вещества, предохраняющего от гниения, или обивают толем. Трава вскоре пойдет в рост, и дернина продержится несколько лет, не требуя исправления.



Такое помещение с несколькими выгулами подойдет для тех, кто держит птицу нескольких пород. (См. статью «Пернатые редкости», «Наука и жизнь» № 6, 1979 год).



устройства, включающие и выключающие свет в курятниках по заданной программе.

Не забудьте об удобных насестах — местах для ночлега кур. Это очень важно, потому что куры проводят на них почти половину своей жизни. Длину насестов определяют из расчета 18—20 сантиметров на курицу и располагают их в 35—40 сантиметрах один от другого. Изготавливают насест из оструганного бруска сечением 4×6 сантиметров. Под насестом желательно пристроить съемный поддон, который облегчит уборку помещения.

Даже в ненастную погоду кур надо выпускать на

прогулку под навес, который следует предусмотреть при строительстве птичника. Выгульные дворики устраивают с южной стороны, где менее ветрено и чаще бывает солнце.

Проекты птичников для приусадебных хозяйств у нас пока не разработаны. Однако птицеводам-любителям можно порекомендовать некоторые наиболее удачные типы построек, описанные в старинных русских и современных зарубежных журналах. Курятники можно построить в виде маленьких избушек, узорчато расписать красками, фронтоном отделать резьбой. Так что птичники станут украшением участка.

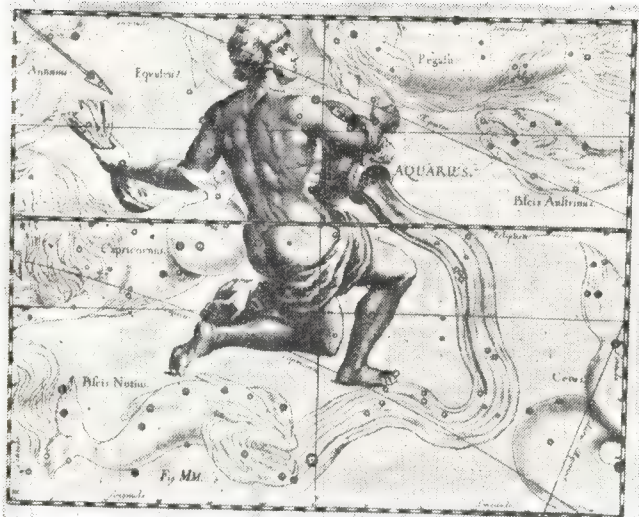
## ● ПРАКТИЧЕСКАЯ СТИЛИСТИКА

### «ИСПРАВЛЕННОМУ ВЕРИТЬ...»

«Руководство трестом с удовлетворением отмечает, что большинство намеченных плановых заданий по вы-

пуску туристического снаряжения успешно выполнено».

Правильна ли эта фраза? Если вы считаете, что она содержит ошибки, постарайтесь разобраться в их характере. Читатели, желающие себя проверить, могут посмотреть стр. 149 этого номера журнала.



Созвездие Водолей в «Атласе звездного неба» Я. Гевелия.

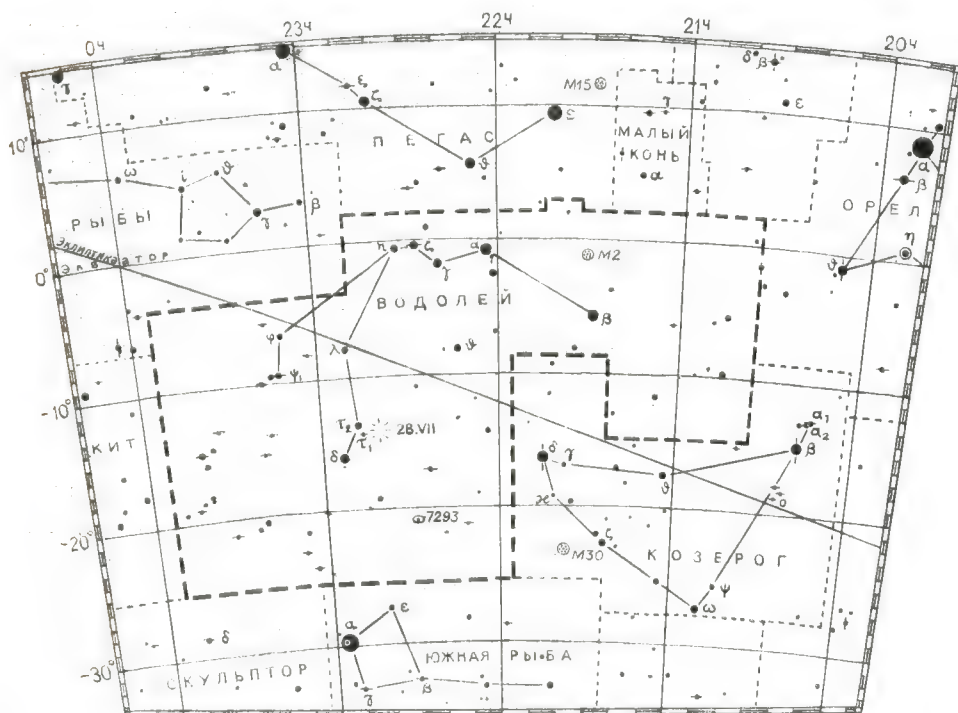


Раздел ведет  
кандидат педагогических  
наук Е. ЛЕВИТАН.

# ЗАГАДКИ ВОДОЛЕЯ И ОРЛА

Водолей — одно из зодиакальных созвездий (Солнце бывает в нем в последней декаде января и в первых двух декадах февраля) — не блещет яркими звездами, хотя звезд третьей, четвертой и пятой звездной величины в нем немало. Наши далекие предки усматривали в расположении звезд этого созвездия нечто похожее на льющуюся воду, отсюда и название, от латинского *Aquarius*. Появление Водолея на летнем небе рыбаки когда-то связывали с хорошими уловами, земледельцы — с обильным урожаем. Арабы, знающие цену воде, называли созвездие Сакиб-аль-ма «человек, льющий воду».  $\alpha$  Водолея у них получила название Садалмалик, что означает «счастье царства»,  $\beta$  Водолея — Садалсууд, то есть «счастливейшая из счастливых»,  $\gamma$  Водо-

Водолей и окружающие его созвездия.





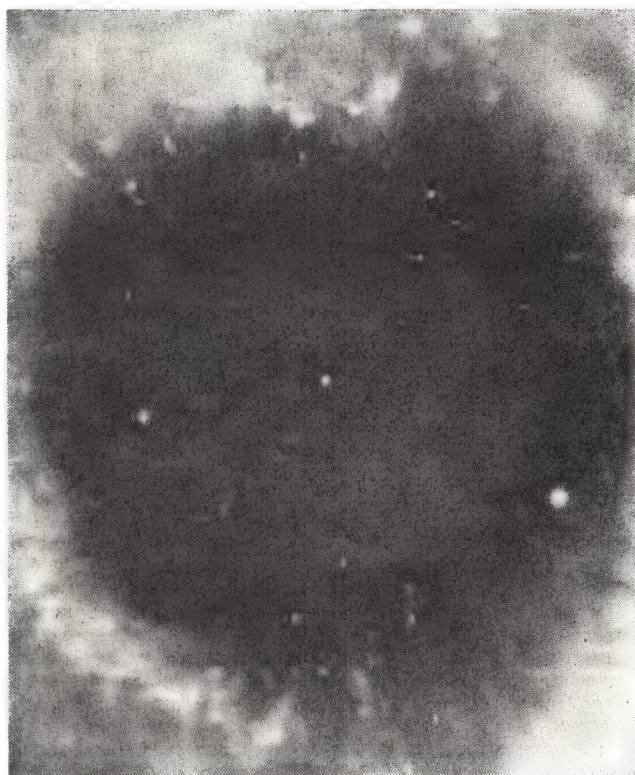
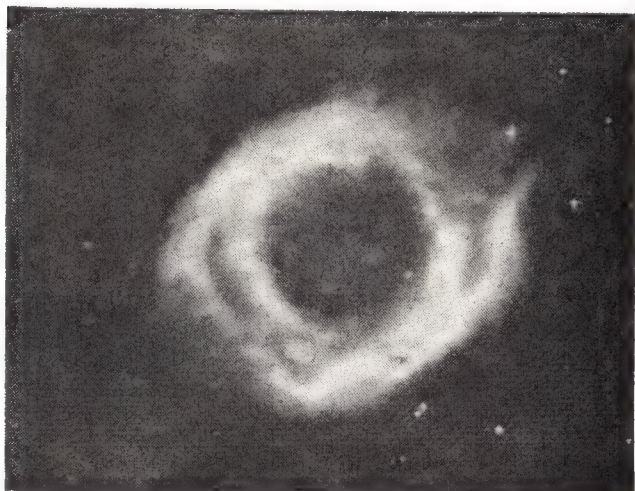
Исполинская «Улитка» в Во-  
долее (общий вид и фотогра-  
фия центральной области).

лея — Садахбна («счастли-  
вейшее из сокровищ»),  $\delta$  Во-  
долее — Шеат («желание»).

В Водолее мало объек-  
тов, доступных любитель-  
скому телескопу, но среди  
них и очень известная туман-  
ность «Улитка», и шаровое  
звездное скопление (M2;  
 $\alpha = 21^{\text{h}}31^{\text{m}}$ ,  $\delta = -01^{\circ}03'$ ),  
двойная звезда  $\zeta$  Водолея  
(она состоит из двух желто-  
ватых компонентов, блеск  
которых 4,4<sup>m</sup> и 4,6<sup>m</sup>, угло-  
вое расстояние между ними  
около 2"). Близ  $\alpha$  и  $\gamma$  Во-  
долее находится радиант мете-  
орного потока (Гамма-Аква-  
риды), его максимум прихо-  
дится на 4 мая. В конце  
июля — максимум другого  
метеорного потока (Дель-  
та — Аквариды), радиант  
которого расположен около  
 $\delta$  Водолея.

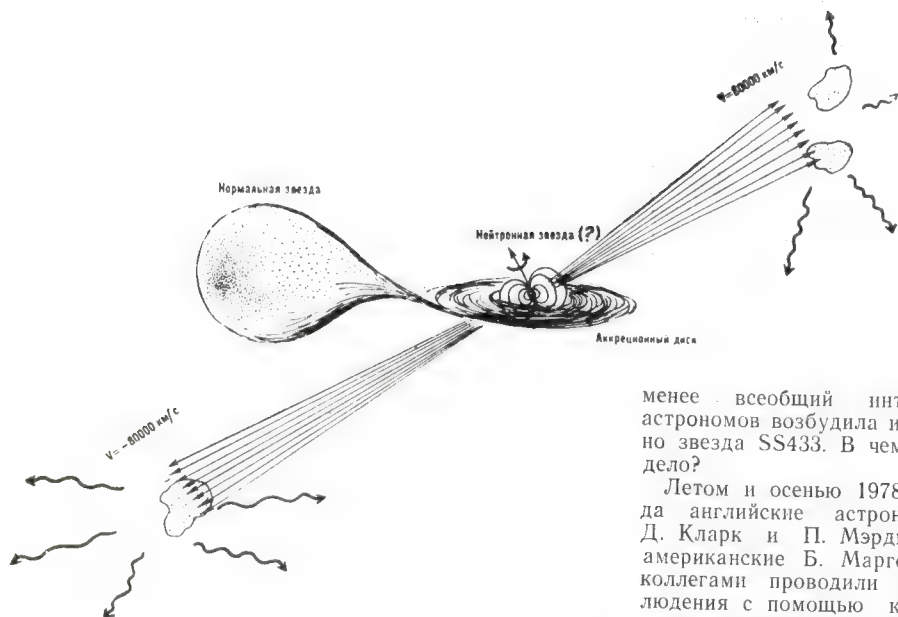
«Улиткой» называют ги-  
гантскую планетарную ту-  
манность. Она расположена  
вблизи  $\nu$  Водолея. Ее мож-  
но увидеть даже в неболь-  
шой телескоп ( $\alpha = 22^{\text{h}}28^{\text{m}}$ ;  
 $\delta = -20^{\circ}58'$ ). Официальное  
обозначение этой туманно-  
сти по «Новому генерально-  
му каталогу» Дж. Дрейера  
NGC7293. Как по видимым  
угловым размерам ( $15' \times$   
 $12'$ ), так и по действитель-  
ным размерам (поперечник  
туманности более парсека)  
«Улитку» справедливо счи-  
тают уникальной, самой  
большой из известных ту-  
манностей. Свет от нее идет  
к нам почти 650 лет. Внутри  
туманности находится очень  
горячая звезда, температура  
ее поверхности около  
130 000 К. В крупные теле-  
скопы мы видим «Улитку»  
как кольцо, а в неболь-  
шие — она скорее похожа на  
сплюснутый диск, чем на  
кольцо. Напомним, что имен-  
но из-за своего сходства с  
дисками планет туманности  
такого рода получили назва-  
ния «планетарные».

Видимая звездная вели-  
чина «Улитки» 13,3<sup>m</sup>. Ее  
центральная звезда — еще  
более слабый объект. Уже  
из этого следует, что газо-  
вое кольцо не просто освеще-  
но центральной звездой.  
Основной механизм свече-



ния планетарных туманно-  
стей сравнительно хорошо  
изучен. Суть его заключае-  
тся в том, что невидимое ко-  
ротковолновое излучение го-  
рячего ядра туманности (то  
есть ее центральной звез-  
ды) перерабатывается в ве-  
щество туманности в види-  
мое излучение. Излучение  
ядра возбуждает в туманно-

сти атомы и ионы, которые  
начинают светиться, поро-  
ждая характерный для ту-  
манностей линейчатый спектр  
с яркими линиями водоро-  
да и гелия. Еще в 60-х го-  
дах прошлого века в спек-  
тре туманностей были обна-  
ружены таинственные линии  
с длинами волн 5007 и  
4959 Å. Многие десятилетия



Одна из моделей SS433 (по И. С. Шкловскому).

не удавалось отождествить эти линии с каким-либо химическим элементом, и астрофизики приписали их гипотетическому веществу — небуллию (от латинского слова *nebulā* — туманность). Тайна небуллия была раскрыта в конце 20-х годов нашего века: под «маской» неведомого химического элемента скрывался дважды пониженный кислород. Образование непонятных линий в спектрах туманностей связано с необычными, не воспроизводимыми в земных лабораториях физическими условиями существования элементов. Так, например, чрезвычайно мала плотность вещества туманности (в среднем 1000 протонов в  $1 \text{ см}^3$ , или  $3 \cdot 10^{-25} \text{ г/см}^3$ ).

Плотность туманности с течением времени уменьшается, поскольку планетарные туманности непрерывно расширяются. По наблюдениям, скорость расширения — от одного до нескольких десятков километров в секунду. Это означает, что планетарные туманности — недолговечные объекты, конечно, по космической шкале времени.

Центральную звезду с планетарной туманностью связывает не просто случайное соседство: туманность порождена этой звездой, возникла на определенной стадии эволюции звезды и представляет собой отделившуюся от звезды расширяющуюся оболочку.

Недавно особое внимание астрономов всего мира привлекло созвездие Орла (см. «Наука и жизнь» № 10, 1978), оно расположено по соседству с Водолеем.

Невзрачная на вид красноватая звездочка 14-й звездной величины (ее экваториальные координаты  $\alpha = 19^{\text{h}}09^{\text{m}}21^{\text{s}}$  и  $\delta = +4^{\circ}54'$ ) на протяжении нескольких последних лет стала буквально героиней многочисленных астрономических форумов. Название этой звезды — SS 433 означает, что в каталоге американских астрономов Ц. Стефенсона и Н. Сандулика (сокращенное название каталога SS) она значится под таким номером. В этот каталог были включены звезды с яркими спектральными линиями водорода, что обычно свидетельствует о том, что в самом объекте или вблизи него происходят активные процессы. Следовательно, каждый из нескольких сотен объектов каталога представляет собой необычный источник оптического и радионизлучения. И тем не

менее всеобщий интерес астрономов возбудила именно звезда SS433. В чем же дело?

Летом и осенью 1978 года английские астрономы Д. Кларк и П. Мэрдin и американские Б. Маргон с коллегами проводили наблюдения с помощью крупных инструментов и обратили внимание на объект SS433. Объект SS433 был отождествлен с компактным переменным источником радионизлучения, расположенным внутри слонистой туманности W50 (радиотуманность под номером 50 из каталога Вестерлунга).

Вполне возможно, что эта туманность — то, что осталось после вспышки сверхновой звезды, и астрономы не удивились бы, если бы SS433 оказалась пульсаром. Но это не пульсар... Судя по линиям спектра, объект SS433 одновременно «приближается» к нам (со скоростью в несколько десятков тысяч километров в секунду), «удаляется» от нас (с такой же скоростью) и... «стоит» на месте! Столь противоречивые заключения следуют из того, что у каждой линии излучения есть еще две линии-спутницы, сдвинутые по сравнению с ней к синей и красной частям спектра. Как выяснилось позднее, и это еще больше все запутало, линии-спутницы «гуляют» по спектру: то они сближаются, то снова занимают исходные позиции, затратив на это немногим более 160 суток. Затем была открыта еще одна периодичность (13 суток), это периодичность колебаний несмещенных линий водорода. Блеск SS433 тоже не остается постоян-



ным: и он колеблется с периодами в 160 и 13 суток (1,5—0,5 звездной величины). Все эти данные удалось получить при сравнении фотопластинок, хранящихся в архивах разных обсерваторий, в том числе и у нас, в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга. Заметим, что советские астрономы обнаружили и вспышки блеска SS433, длящиеся всего лишь несколько часов...

Конечно, чрезвычайно важно было выяснить расстояние до SS433. Это удалось сделать благодаря тому, что в спектре объекта, кроме принадлежащих ему линий излучения, есть линии поглощения, возникшие при прохождении света от SS433 через межзвездное вещество. По интенсивности таких линий астрономы могут оценить расстояние до источника света. В данном случае оно оказалось равным 3500 парсек, или 11 тысячам световых лет. Если полученный результат подтвердится, то это будет означать, что SS433 — объект, принадлежащий нашей Галактике. Поглощением света в межзвездной среде можно объяснить и красноватый цвет SS433. Зная расстояние до объекта и величину межзвездного поглощения света, нетрудно оценить и абсолютную звездную величину объекта, то есть ту звездную величину, которую он бы имел, если бы находился от нас на расстоянии 10 парс. Оказалось, что SS433 — довольно яркий объект, абсолютная звездная величина его минус 3,5<sup>m</sup> (сравните: абсолютная звездная величина Солнца +4,8<sup>m</sup>). Была вычислена скорость излучающих областей (80 000 км/с), их светимость. Она оказалась примерно в 10 раз больше светимости Солнца, вычислены и размеры этих движущихся «к нам» и «от нас» областей (порядка 0,1 а. е.).

Тщательные наблюдения SS433 проводились в инфракрасном, радио- и рентгеновском диапазонах. Из полученных результатов отметим следующие. Радиоисточник SS433 имеет слож-

ную структуру: состоит из нескольких, как бы вложенных друг в друга компонентов. На рентгеновском изображении видны точечный источник и две струи, тянущиеся от него в разные стороны...

Можно было бы продолжить перечисление тех сведений, которые получены в разных диапазонах длин волн о феномене SS433. Но уже сказанное дает представление о том, какую благодатную пищу для размышления получили теоретики. Кто-то пошутил, что по поводу природы SS433 было предложено столько же теорий, сколько есть теоретиков во всем мире... Ученые предполагали, что SS433 — это массивная черная дыра, нейтронная звезда, газовое кольцо в комбинации с пучками ионизованного излучения от центрального источника, реликтовый остаток давно вспыхнувшей сверхновой звезды, «радиозвезда», двойная звезда, тройная звезда и т. д.

Пожалуй, наиболее обоснованной в настоящее время представляется гипотеза о том, что SS433 — это двойная звездная система, из которой выбрасывается газ. Такая гипотеза была предложена известным советским астрофизиком членом-корреспондентом АН СССР И. С. Шкловским. Он предполагает, что магнитное поле быстровращающегося компонента двойной системы, подобно гигантскому пропеллеру, отрабывает две газовые струи из так называемого аккреционного диска, окружающего

этот компонент. Период в 13 дней рассматривается как период обращения звезд в системе SS433, а период в 160 дней — это время, за которое меняется направление газовых струй (из-за прецессии оси вращения аккреционного диска). Картина получается довольно сложная (здесь она изложена с явными упрощениями). Но если даже как следует разобраться в ней, то вряд ли можно считать, что все загадки SS433 разгаданы. Не решен еще, например, вопрос о массе системы SS433. Скорее всего это звезда-гигант. По мнению доктора физико-математических наук А. М. Черепашука, она может быть раз в 20 массивнее Солнца. Не разгадано, что представляет собой «быстровращающийся компактный объект». Может быть, это нейтронная звезда, а может быть, если масса компактного объекта окажется слишком большой (не менее 5 солнечных), компактный объект — это черная дыра... Наблюдения и теоретические исследования феномена, расположенного в созвездии Орла, продолжаются.

## ЛИТЕРАТУРА

- Комберг Б. В. Феномен SS433. «Земля и Вселенная», 1980, № 1.  
Липунов В. М., Сурдин В. Г. Загадка SS433. «Земля и Вселенная», 1980, № 4.  
Овербай Д. Знает ли кто-нибудь, что такое SS433? Сб. Современные проблемы астрофизики. М., «Знание», 1981.

## ПЛАНЕТЫ В МАРТЕ—АПРЕЛЕ

**Меркурий**, он будет виден во второй половине апреля, вечерами, сразу после захода Солнца.

**Венера** видна утром перед восходом Солнца.

**Марс** — в созвездии Девы, на протяжении всей ночи; 31 марта — противостояние Марса; 5 апреля — расстояние между Землей и Марсом составит 95 млн. км, блеск

планеты в это время будет минус 1,2<sup>m</sup>.

**Юпитер** в марте и первой половине апреля будет виден всю ночь в созвездии Весов, а затем перейдет в созвездие Девы. Блеск планеты минус 2<sup>m</sup>.

**Сатурн** — так же, как и Марс (а затем и Юпитер), будет виден ночью в созвездии Девы как светило 0,5<sup>m</sup> звездной величины.

Рассказы очевидцев

...Дятел Тяпа сел на обрубок липы, стоящий посреди комнаты. Ловко перебирая лапками, забегал по стволу и, словно пробуя его, ткнул своим длинным, крепким клювом. Раз, другой, третий. На всю квартиру разнеслась дробная россыпь. Тяпа работает. Он ловко протаскивает клювом через все отверстия скомканную бумажку. А то подхватывает наперсток и, прижав его грудкой к стволу, начинает долбить дере-

вяшку. Время от времени примеряется к лунке и снова, прижав игрушку грудкой, яростно бьет клювом. Трудится, пока не вгонит наперсток в гнездо. Да так плотно, что иной раз не извлечь его без плоскогубцев.

Четырнадцатый год живет Тяпа у москвичей Лидии Михайловны и Федора Васильевича Анисеевых. Выручили его из беды, когда было от роду едва ли больше месяца.

...«Тяпа, давай играть!» — говорит Федор Васильевич.

Птица слетает на вытянутую руку. Затем перебирается на ворот пиджака. И начинается представление. Тяпка смешно семенит — боком-боком — к ладони, щелкает клювом, грозно пища, словно намереваясь тяпнуть хозяина в палец, чего, разумеется, никогда себе не позволяет. Но тут отводится в сторону другая рука... Устанет дятел — ткнет раза два хозяина в плечо. И отдыхает. Может сидеть на плече подолгу. Надоест, летит к занавескам и поглядывает оттуда: «Поиграем еще!»

Птицу приглашают на плечо, чтобы водворить в клетку. Тяпка пускается наутек. Он протестующе верещит и ни в какую не желает покидать любимого убежища: из-за верхней кромки гардины высовывается смешная длинноносая головка с задорным хохолком на макушке. Стоит высить на упрямец голос — моментально топорщатся на макушке перышки.

А вообще-то очень дружен Тяпка с хозяевами. Нужно видеть, как осторожно берет он червячка из рук своим мощным клювом. Играя, целится и в руку, и в лицо, и в темя, но всегда очень осторожен.

Ест Тяпка многое: тертую морковку, капусту, помидоры, огурцы. Картошку предпочитает отварную. Любит полакомиться яблоком, ягодами и даже сладостями — вареньем, мягким печеньем, соками. Но основной его корм — орешки. Ну, и, конечно, мучные черви! В пище Тяпу не ограничивают, полагаясь на умеренность его аппетита.

Тяпка очень понятлив. Скажешь: «Гулять!» — тут же стучит по замочку дверцы своей клетки. Велишь «Спать!» — устраивается на полence поудобнее, подкладывая под грудку орех или чурочку. Услышит «Ко мне!» — летит на плечо или на руку. Окрикнешь «Тяпа, не смей!» — тут же перелетает на другое место.

Любит Тяпа купаться в своем корытце. Вымокнет





ная снизу до середины горловины спинки. Вязите планку резинкой 1×1 (в угловой петле мыса горловины провяжите 2 петли вместе). Провязав 4 см, закройте петли в ритме резинки 1×1. Наберите на кольцевые спицы такое же количество петель от середины горловины по краю левой полочки и провяжите 4 см резинкой 1×1. Обе планки соедините петельным швом. Затем обвяжите по лицу и изнанке резинкой 1×1 обе проймы. Сшейте жилет по высоте бока и пришейте пуговицы.



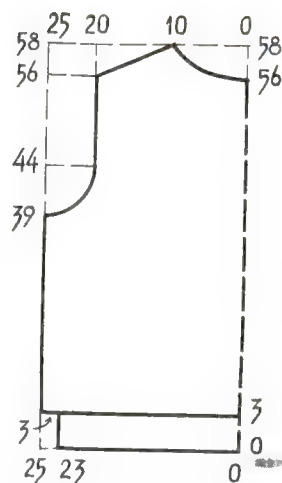
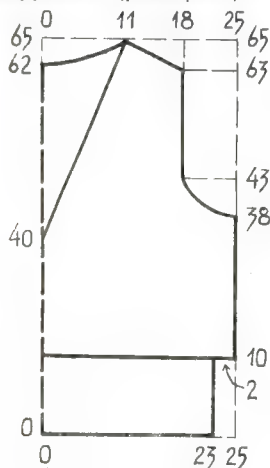
Отделка вышивкой орнамента женского жилета.

### МУЖСКАЯ БЕЗРУКАВКА С ОРНАМЕНТОМ (размер 50).

Чтобы связать эту модель, потребуется около 350 г пряжи основного цвета и 150 г пряжи контрастного цвета. Спицы прямые 5 и 6 мм, кольцевые 5 мм.

**Плотность вязки:** 19 петель в ширину и 21 ряд в высоту равны 10 см.

Чертеж выкройки мужской безрукавки (размер 50).

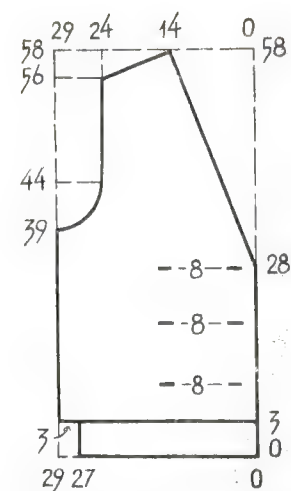
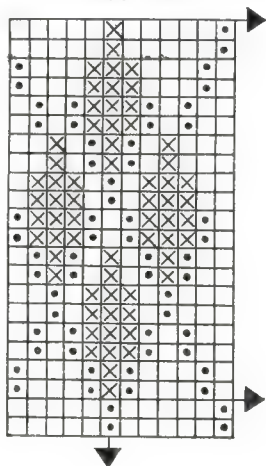


### ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

**Спинка.** Наберите 97 петель пряжей основного цвета на прямые спицы 5 мм, провяжите 10 см резинкой 2×1. Затем перейдите на спицы 6 мм и начните выполнение орнамента по схеме. По мере вязки следите за тем, чтобы цветные нити не затягивались и не провисали по изнанке работы. На 38-м см от начала работы начните закрывать с обеих сторон на проймы по 5, 4, 3 петли и 2 раза по 1 петле через ряд. На 62-м см закройте в середине спинки 21 петлю для горловины и еще 1 раз по 4 и 2 раза по 3 петли через ряд. На 63-м

- ☐ - петля контрастного цвета платочной вязкой
- ☒ - контрастный цвет
- ☐ - основной цвет

Схема орнамента мужской безрукавки.



Чертеж выкройки женского жилета (размер 48—50).

см закройте на плечи 2 раза по 7 петель через ряд.

**Перед.** Вязите по описанию спинки. На 40-м см закройте для выреза горловины 1 петлю в середине работы, далее вяжите обе половины переда отдельно, убавляя с каждой стороны по 1 петле через равные промежутки по выкройке.

**Сборка.** Готовые детали наколите на выкройку изнанкой вверх и слегка прогладьте через мокрую ткань. Сшейте перед со спинкой по линии плеч. Ниткой от клубка пряжей основного цвета наберите на кольцевые спицы петли вокруг выреза горловины, отметив в середине переда центральную петлю ниткой другого цвета. Вязите по кругу резинкой 1×1 планку высотой 4 см. Для образования мыса горловины снимайте в каждом круге не провязанными на правую спицу центральную и предыдущую петлю, следующую петлю за центральной провязывайте лицевой и протягивайте ее через обе снятые петли.

Наберите на кольцевые спицы ниткой от клубка пряжей основного цвета петли по краю пройм, провяжите их 4 см резинкой 1×1 и закройте. Сшейте безрукавку по высоте бока.

М. ГАЙ-ГУЛИНА.  
По материалам журнала  
«Модисе Машен»  
(ГДР).



Съемка велась в начале октября. Зверя обошли. Он оказался внутри круга. Я пошел ему навстречу по его тропе. В обход (также по кругу) шел помогавший мне мой товарищ — Катков Александр Игоревич. Его задача была — отвлечь медведя (если медведь вдруг обнаружит меня заранее), привлечь его внимание к себе. Для этого, по моему условному сигналу, он должен был ударить по стволу палкой. Сигнал подавался по радиоканалу управления съемочной фотокамерой... Медведь, как и предполагалось, увидел меня еще до того, как съемку можно было вести, — метров за 70. Я подал товарищу условный сигнал, и он стал громно стучать палкой по

## О БУРОМ МЕДВЕДЕ

Анатолий ОНЕГОВ.

Фото и текст к ним И. БАВЫКИНА.

Бурый медведь (обитающий в европейской части нашей страны) перестал значиться в списках опасных хищников. Теперь для охоты за ним отведены строго оговоренные сроки и сама охота стала проводиться по специальным разрешениям.

Число зверей кое-где стало увеличиваться.

Весной 1978 года я с фотолюбителем В. Михайловым отправился в Вологодские леса. Цель нашего похода — фотосъемка животных. Был самый конец апреля. Медведи не так давно



стволю дерева. Зверь вскинулся, встал на задние лапы и повернул голову в сторону источника шума. За это время я успел приблизиться к нему еще метров на 15 — с этой точки и была сделана съемка. Медведь тут же среагировал на мое резкое приближение, быстро опустился на все четыре лапы и кинулся в кусты. Удалось сделать всего два кадра.

С подхода в общей сложности за три года работы я снимал медведей раз семь.

Основные съемки медведей велись с помощью так называемых дежурных камер. Камера (или несколько камер в одном месте) заранее устанавливалась возле тропы, по которой медведь чаще всего ходил. Затвор камеры спускался с помощью настороженной ветки «симки» (термин, применяемый охотниками — промысловиками). От настороженной ветки и затвору была натянута проволока. Зверь на ходу сбивал ветку, и затвор срабатывал. Съемка велась с помощью импульсной лампы мощностью около 250—300 джоулей. Применялись камеры как одноразового действия, так и с автоматической протяжкой пленки.

Фотография сделана камерой одноразового действия в начале сентября, поэтому и получен только один снимок. Медведь был в обычном для себя состоянии — путешествовал по своей тропе.

поднялись из берлог и теперь ходили по лесу в поисках пищи.

Найти следы медведей в это время года было очень трудно. Зимний снег почти сошел, а на лесной подстилке следы были плохо видны. Сравнительно точно судить о перемещении животных мы могли лишь тогда, когда они появлялись в прибрежной зоне. Здесь на сыром песке и на грязи следы отпечатывались прекрасно. Но когда зверь уходил от воды в лес, мы вынуждены были вести поиск почти вслепую. Как бывает обычно весной на севере, после щедрого апрельского тепла вдруг вернулись морозы и земля покрылась свежавывавшим глубоким снегом. По нему тут же пролегли тропы оби-

Это тоже только один снимок — на тропе. Медведь еще не успел среагировать ни на вспышку лампы, ни на щелчок затвора. Состояние зверя уверенно-спокойное.







Спокойная реакция медведя на уже произведенную съемку. Кадр выполнен второй камерой одноразового действия. (Камеры были установлены рядом, интервал между съемками — около десяти секунд). К сожалению, медведь не всегда так спокойно реагировал на факт съемки. Были случаи, когда после вспышки и щелчка затвора медведь разыскивал замаскированную камеру и сбивал ее (камеры были спрятаны в старые скворечники, давно находившиеся в лесу).

тателей здешнего леса. Несмотря на мороз и снег, звери продолжали жить своей, уже весенней жизнью. Лоси тянулись к открытым местам, где очень скоро должны были принести телят. Лоси все чаще появлялись возле своих будущих летних пастбищ. Волчицы готовятся вот-вот принести волчат, и теперь серые охотники прокладывали свои охотничьи тропы там, где летом собирались охотиться. Медведи еще не знали границ, которые окружают их летние владения. Сейчас корма для них было мало — не поднялась молодая весенняя трава, основной медвежий корм второй половины весны, и звери не прочь были выследить и свалить лося.

Весной, после зимы, проведенной в берлоге, медведь стремится лишь к одному — поскорей насытиться. И если уж придется ему свалить лося, а тут к его обеденному столу явится человек — зверь может быть опасен, хотя и в этом случае, прежде чем пустить в ход клыки или замахнуться лапой, он постарается продемонстрировать вам свою ложную атаку-угрозу...

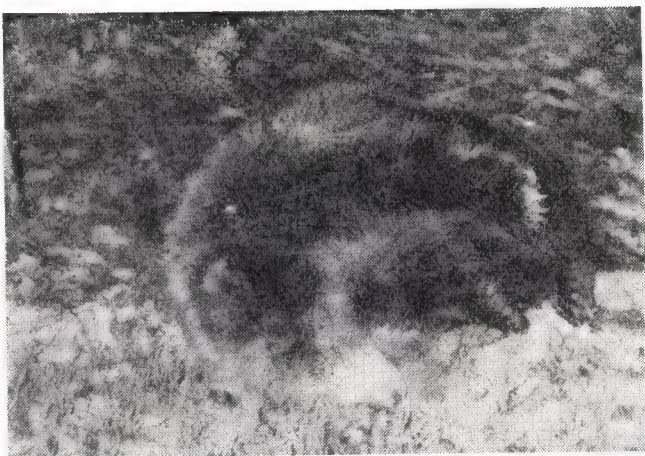
Вот почему от людей, отправившихся весной в лес на поиски медведя, и требуется особая осторожность. Чтобы не спровоцировать агрессию зверя, надо все время помнить о возможной встре-

Две фотографии были сделаны последовательно двумя камерами одноразового действия. Медведя камеры не заинтересовали. Здесь на тропе была помещена пахучая приманка, нанесенная на куст можжевельника. Эта приманка и отвлекла внимание зверя. Медведь не только обследовал куст, но и терся о него.



Фото сделаны камерой с автоматической протяжной пленки. Медведь, только что попавший в поле зрения камеры, идет по своей тропе. Но вот он обнаружил пахучую приманку (она была оставлена на этот раз просто на земле) и принялся по-собачьи тереться о землю.

Вскоре он покидает это место, где, видимо, дважды произведенная съемка, дважды сработанный затвор и дважды вспыхнувшая импульсная лампа встревожили его. (Эти фотографии также выполнены камерой с автоматической протяжной пленки.) Аппарат остался цел. Может быть, мирная реакция зверя объяснялась его возрастом — он был моложе других.



че с голодным зверем. Нужно вовремя отступить, даже если зверь, увидев вас, тут же не покинет добычу.

Мой товарищ проявил опасную неосторожность. Заметив медведя, вместо того, чтобы постоять, посмотреть, а уж только потом медленно поднять фотоаппарат и постараться сделать снимок, он храбро вскинул к плечу свой фотоснайпер, как совсем недавно вскидывал к плечу ружье... И этого резкого охотничьего жеста было достаточно для того, чтобы медведь бросился в атаку... К счастью, атака была ложной. Разобравшись, что перед ним человек, а не зверь, отнимающий добычу, медведь постарался поскорее унести ноги...

Могли бы мы избежать этой, пусть только ложной атаки? Конечно. И уже через день, пережив и запомнив свой неудачный опыт, мы получили возможность довольно близко наблюдать этого же самого медведя, занятого едой... Дав зверю немного успокоиться и сделав для себя необходимые выводы, мы, на этот раз уже втроем, снова отправились к заваленной ветками глубокой яме, которую медведь превратил в свой продовольственный склад. Подходили осторожно. Зверь, занятый трапезой, даже не поднял головы от обеденного стола, когда неподалеку появились люди.

За животным можно было долго наблюдать, но азарт моих спутников, совсем недавно сменивших охотничье

ружье на фотоаппарат, помешал нам насладиться этой встречей. Моим фотоохотникам очень хотелось получить такие снимки, где медведь заполнил бы собой весь кадр, и они, правда, осторожно и спокойно, шаг за шагом стали приближаться к зверю. Щелчок, еще щелчок — щелкали затворы аппаратов.. И

медведь, услышав непривычный для леса звук, поднял голову...

Напряженное молчание длилось недолго. Люди не двигались, а медведь, видимо, сделал для себя обычный в таком случае вывод: перед ним люди, а это опасно. И он не спеша отошел от своего обеденного стола, сде-







Фотографии сделаны таким же способом, как и предыдущие. Реакция на съемку также крайне мирная. После съемки мишка просто ушел. Хотя медведь и трется о ствол дерева, никакой «пахучей приманки» здесь нет. Просто камера была установлена вблизи так называемого «следового дерева», то есть возле дерева, на котором зверь привык оставлять свои метки. Об этом говорили так называемые «затеры» на коре — медведь терся об это дерево регулярно на протяжении всего лета. Такие «затеры» аналогичны по своему значению «закусам» и «задирам» на стволах деревьев, сделанных медведем вдоль следовой тропы — по границе территории, принадлежащей ему в данный момент.

Медведь обнаружил источник неожиданного света, но все еще продолжал тереться...

В отличие от других снимков, сделанных рано утром и поздно вечером, этот снимок сделан днем в октябре. (Перед залеганием в берлогу медведь бодрствует днем.)

дел несколько внешне неторопливых шагов в сторону, зашел за стволы елей и только тут пустился от нас наутек.

Медведь может быть реально опасен только тогда, когда он почему-либо не подготовился к зиме, не нагулял жира, а потому не смог лечь в берлогу. Тогда он, фактически обреченный, будет бродить по уже занесенному снегом лесу в поисках корма. Но корма нет. И такой медведь-шатун, который может объявиться вдруг в начале зимы, когда медведям уже положено спать зимним сном, не знает никакого страха, и, подвернись ему человек, он может начать охоту за ним. Тут-то и обязана сработать отлаженная служба охотничьего надзора — в случае подобной опасности шатун должен быть отстрелян.

А в остальном медведь (я еще раз подчеркиваю, что речь идет прежде всего о медведе нашего европейского севера) успешно выдерживает экзамен на мирного соседа.

Человек, гарантирующий благополучие животным, любящий все живое, достоин самого большого уважения. К таким людям относится сотрудник Института хими-



Снимок сделан камерой одноразового действия в момент нападения на нее медведя. Опущенная голова и раскос передних лап — поза атаки. Медведя вывела из себя первая камера одноразового действия, только что сделавшая снимок. Он кинулся в ее сторону. Попало при этом обим камерам: скворечники, в которых они были спрятаны, медведь скинул на землю, оборвав провода осветителей. К счастью, на этот раз сами камеры не были разбиты и пленка сохранилась.



ческой физики Академии наук СССР И. Б. Бавыкин. Он все свое свободное время отдает натурным съемкам. Сначала увлекался ботаническими съемками, затем — съемками животных, в частности медведей. Фото-очерк, предлагаемый вниманию читателей, — труд нескольких лет И. Б. Бавыкина.

Работа велась на территории охотничьего хозяйства. В съемках «участвовало» в общей сложности семь медведей. Все они имели опыт общения с вооруженными людьми, слышали выстрелы. Фактор беспокойства был для них повседневной реальностью. Была у И. Б. Бавыкина задача, отличная от некоторых фотографов-анималистов. Он хотел прежде всего получить фотографии, рассказывающие об особенностях поведения животного (эффектные снимки не были для него самоцелью). Для этого были использованы так называемые дежурные камеры, установленные на медвежьих тропах. Подробнее о таком методе съемки вы можете прочесть в книге «Автоматическая фотосъемка в экологических исследованиях». Автор А. В. Кречмар, «Наука» М., 1978 г.



Медведь, видимо, по запаху обнаружил спрятанную камеру и еще до спуска затвора и вспышки лампы направился прямо на нее. Но решимости не хватило: неожиданная вспышка заставила его резко отпрянуть в сторону. На этот раз камера не пострадала.



Медведь очень активно среагировал на чужие следы, появившиеся на его тропе, и принялся их «затира-ть» передними лапами. (По тропе за полчаса перед этим прошел я.)

# МЫЛЬНЫЕ ПУЗЫРИ НА МОРОЗЕ

П. КАНАЕВ.

Мыльные пузыри обычно выдувают в комнате или на улице, когда там тепло. Давайте нарушим эти традиции и попробуем выдувать их на морозе. Проведение опытов с пузырями на морозе, прямо скажем, занятие, во-первых, интересное, а во-вторых, полезное, так как мы извлекаем уроки физики. Ведь с точки зрения физики мыльный пузырь и по настоящее время не исчерпал себя.

Для опытов достаточно иметь разведенный в снеговой воде шампунь, в который добавлено небольшое количество чистого глицерина, и пластмассовую трубку от шариковой ручки. Пузыри легче выдувать в закрытом холодном помещении, так как на улице почти всегда дуют ветры. Первые четыре опыта надо делать на сильном морозе — от  $-15^{\circ}$  до  $-25^{\circ}$ , а остальные — при слабом.

Во всех случаях мы приводим описания опытов и их результаты. Объяснить же эти результаты попробуйте самостоятельно.

На странице 158 мы даем объяснения опытов, так что вы сможете себя проверить.

## КОГДА ЗАМЕРЗНЕТ ПУЗЫРЬ

Вынесите баночку с мыльным раствором на сильный мороз и выдуйте пузырь. Сразу же в разных точках поверхности возникают мелкие кристаллики, которые быстро разрастаются и наконец сливаются. Как только пузырь полностью замерзнет, в его верхней части, вблизи конца трубки, образуется вмятина (рис. 1). Чем сильнее мороз, тем больших размеров получается вмятина.

Как объяснить образование вмятины? Почему она всегда возникает только в верхней части пузыря?

## СВЕРХТОНКОВЫЕ ПУЗЫРИ

Опустите конец трубки в мыльный раствор, а затем выньте. На нижнем конце

трубки останется столбик раствора высотой около 4 мм. Приложите конец трубки к поверхности ладони. Столбик сильно уменьшится. Теперь выдувайте пузыри до появления радужной окраски. Пузырь получился с очень тонкими стенками. Такой пузырь ведет себя на морозе своеобразно: как только он замерзает, так сразу лопается. Так что получить замерзший пузырь с очень тонкими стенками никогда не удается. Почему?

## ИЗ РАЗНЫХ РАСТВОРОВ

В две баночки налейте поровну мыльный раствор. В одну добавьте несколько капель чистого глицерина. Теперь из этих растворов один за другим выдуйте два приблизительно равных пузыря и положите их на стеклянную пластинку. Замерзание пузыря с глицерином протекает немного иначе, чем пузыря из раствора шампуня: задерживается начало, и само замерзание идет медленнее. Это вполне закономерно. Однако обратите внимание: замерзший пузырь из раствора шампуня сохраняется на морозе дольше, чем замерзший пузырь с глицерином. Как это объяснить?

## ИЗМЕНЯЮТСЯ ЛИ РАЗМЕРЫ!

С помощью укороченной трубки в комнате выдуйте пузырь диаметром не более 5 см. После чего свободный конец трубки вдавите в пластилин, наклеенный на середину нижней поверхности крышки от стеклянной банки. Опустите пузырь в банку, закрыв ее



Рис. 1.

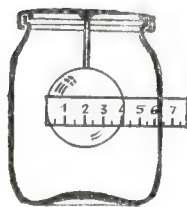


Рис. 2.

крышкой. Линейкой измерьте диаметр пузыря (рис. 2). Вынесите банку на мороз. Даже в сильный мороз пузырь замерзнет минут через 20. За это время несколько раз измерьте его диаметр. Опыты покажут, что размеры практически не изменяются. Почему?

## ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Выдуйте в комнате мыльный пузырь. По часам с секундной стрелкой заметьте, сколько он продержится. Вынесите раствор на слабый мороз (от  $-1^{\circ}$  до  $-6^{\circ}$ ). Сразу же выдуйте пузырь. Определите время его жизни. Опыт показывает, что долговечность пузыря на морозе резко возрастает и чем ниже температура раствора и окружающего воздуха, тем она возрастает в большей степени. Почему?

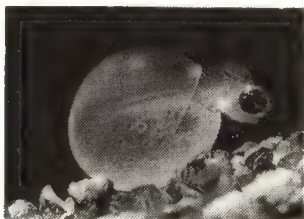
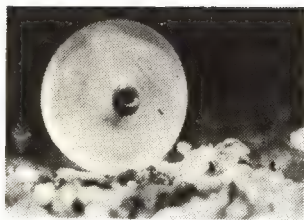
## ЗАМЕРЗАЮТ И НЕ ЗАМЕРЗАЮТ

На слабом морозе выдуйте пузырь. Дождитесь, пока он лопнет. Повторите опыт с тем, чтобы убедиться, что пузыри не замерзают, сколько бы их ни выдерживали на морозе. Теперь приготовьте снежинку. Выдуйте пузырь и тут же сбросьте на него сверху снежинку. Она по поверхности мгновенно соскользнет вниз на дно пузыря. На том месте, где остановилась снежинка, начнется кристаллизация пленки. Наконец, весь пузырь замерзнет. В новом варианте опыта пузырь положите на снег. Он также через некоторое время замерзнет. Какой вывод можно сделать на основании опытов?

## ТУМАН ВНУТРИ

Приготовьте пластмассовую трубку диаметром 16—18 мм и длиной около





#### РОЖДЕНИЕ ФОРЕЛИ

На снимках — малек форели вылупляется из икринки. Первое время у него сохраняется так называемый желточный мешок — пузырек с желтком, имеющимся в икринке. За счет желтка малыш питается, пока не научится сам добывать и переваривать пищу.

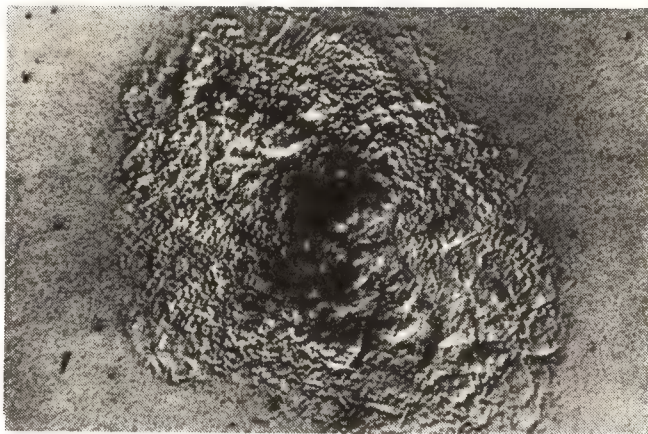
#### НА ЛЕТУ

Так выглядит капля дождя в полете. Напор воздуха не сглаживает, а расплющивает ее. Чтобы сделать этот снимок, воду капали с восьмого этажа в лестничный пролет, а сбоку был поставлен фотоаппарат с периодически срабатывавшей лампой-вспышкой.

НАУКА И ЖИЗНЬ

ФОТОБЛОКНОТ

Вести из лабораторий



#### НЕГАТИВ ПЛЮС ПОЗИТИВ

В 1054 году земные звездочеты отметили появление в созвездии Тельца яркой звезды, которая была несколько месяцев заметна невооруженным глазом даже днем, а затем постепенно погасла. Это была вспышка сверхновой звезды. Теперь на ее месте — Крабовидная туманность, разлетающиеся после взрыва остатки звезды. Летят они со скоростью 1000 км/с.

Как ни странно, в европейских хрониках начала нашего тысячелетия нет ни одной записи о таком заметном небесном явлении. Взрыв сверхновой отметили

китайские, японские наблюдатели и, возможно, индейцы Северной Америки — сохранились наскальные рисунки, видимо, изображающие это событие.

Два снимка Крабовидной туманности, сделанные с разрывом в 14 лет, наложили друг на друга, причем более ранний снимок взяли в позитиве, а поздний — в негативе. Поэтому по краям туманности ее «облачка» видятся светлыми со стороны, обращенной к центру туманности, и темными — с внешней стороны. Это делает наглядным расширение туманности.





Под рубрикой «Хрестоматия» наш журнал публикует отрывки из работ классиков естествознания. Предлагаем вниманию читателя выдержку из «Диалога о двух главнейших системах мира» Галилео Галилея, где пропагандировалось учение Коперника и формулировались некоторые важные принципы механики, в частности законы свободного падения тел.

**А**ристотель, живший в IV веке до нашей эры, высказал мысль о том, что тела тем быстрее падают на землю, чем они тяжелее. Это заблуждение держалось в науке двадцать столетий, несмотря на то, что еще Тит Лукреций Кар (I в. до н. э.) в своей замечательной поэме «О природе вещей» дал верную картину этого физического явления. Через триста лет после Аристотеля Лукреций пришел к выводу, что все тела в пустоте должны падать одинаково, а наблюдаемая в реальных условиях разница в скорости падения различных тел объясняется сопротивлением среды:

**Ибо все то, что в воде или воздухе падает редком, падать быстрее должно в соответствии с собственным весом**  
Лишь потому, что вода или воздуха тонкая сущность. Не в состоянии вещам одинаковых ставить препятствий, Не уступают скорей имеющим большую тяжесть. Наоборот, никогда никакую нигде неспособна Вещь задержать пустота и явиться какой-то опорой, В силу природы своей постоянно всему уступая. Должно поэтому все, пронесясь в пустоте без препятствий,

**Равную скорость иметь, несмотря на различие в весе.**

Так писал Лукреций. Но понадобился гений Галилея (1564—1642), чтобы доказать это.

Вот что пишет Галилей в своем знаменитом «Диалоге» (1630 г.). В нем принимают участие трое ученых. Это Симплицио — сторонник Аристотеля, представитель схоластической науки (объясняя происхождение этого имени, Галилей указывает на комментатора Аристотеля Симплиция), Сальвиати — ученый, высказывающий мысли самого Галилея, и Сарредо — жаждущий знаний просвещенный интеллигент, стараю-

# СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ

щийся быть нейтральным, но склоняющийся на сторону Сальвиати (в этом образе Галилей увековечил своего друга, венецианского сенатора).

**Симплицио.** Аристотель доказывает, что существование движения противоречит допущению пустоты. Его доказательство таково. Он рассматривает два случая: один — движение тел различного веса в одинаковой среде; с другой — движение одного и того же тела в различных средах. Относительно первого случая он утверждает, что тела различного веса движутся в одной и той же среде с различными скоростями, которые относятся между собой, как веса тел, так что, например, если одно тело в десять раз тяжелее другого, то и движется оно в десять раз быстрее. Относительно второго случая он принимает, что скорость движения одного и того же тела в различных средах различна и обратно пропорциональна степени густоты или плот-

**Сальвиати.** Рассматривая, насколько убедительны доводы Аристотеля, следует, как мне кажется, возражать против его положений, отрицая оба. Во-первых, я сильно сомневаюсь, чтобы Аристотель видел на опыте справедливость того, что два камня, из которых один в десять раз тяжелее другого, начавшие одновременно падать с высоты, предположим, ста локтей, двигались со столь различной скоростью, что в то время, как более тяжелый достиг бы земли, более легкий прошел бы всего 10 локтей.

**Симплицио.** Из ваших слов выходит, что вы производили подобные опыты, потому что вы говорите: «видел более тяжелый», а видеть можно только тогда, когда производишь опыты.

**Сарредо.** Но я, синьор Симплицио, не производящий никаких опытов, уверяю вас, что пушечное ядро весом в сто, двести и более фунтов не опередит и на одну пядь мушкетной пули весом меньше полфунта при падении на землю с высоты двухсот локтей.

**Сальвиати.** Да и без дальнейших опытов, путем краткого, но убедительного рассуждения мы можем ясно показать неправильность утверждения, будто тела более тяжелые движутся быстрее, нежели более легкие, подразумевая тела из одного и того же вещества... Если мы имеем два падающих тела, естественные скорости которых различны, и соединим движущееся быстрее с движущимся медленнее, то ясно, что движение тела, падающего быстрее, несколько задержится, и движение другого несколько ускорится. Вы не возражаете против такого положения?

**Симплицио.** Думаю, что это вполне правильно.

**Сальвиати.** Но если это так и если вместе с тем верно, что большой камень движется, скажем, со скоростью в восемь градусов, тогда как другой, меньший — со скоростью в че-

НАУКА И ЖИЗНЬ

**ХРЕСТОМАТИЯ**



тыре градуса, то, соединяя их вместе, мы должны получить скорость, меньшую восьми градусам; однако два камня, соединенные вместе, составляют тело большее первоначального, которое имело скорость в восемь градусов, следовательно, выходит, что более тяжелое тело движется с меньшей скоростью, чем более легкое; а это противно вашему предположению. Вы видите теперь, как из положения, что более тяжелые тела движутся с большей скоростью, чем легкие, я мог вывести заключение, что более тяжелые тела движутся менее быстро.

**Симплицио.** Я чувствую себя совершенно сбитым с толку. Мне кажется, что малый камень, присоединенный к большому, увеличивает вес последнего; но, увеличивая вес, он должен если не увеличить скорость, то, во всяком случае, не уменьшить ее.

**Сальвиати.** Здесь вы совершаете новую ошибку, синьор Симплицио, так как неправильно, что малый камень увеличивает вес большого.

**Симплицио.** Ну, это уже превосходит мое понимание.

**Сальвиати.** Нисколько, все будет понятно, как только я избавлю вас от заблуждения, в которое вы впали. Дело в том, что необходимо делать различие между телами, пребывающими в покое и находящимися в движении. Большой камень, взвешиваемый на весах, приобретает больший вес от наложения на него не только другого камня: положенная на него связка пакли увеличивает его вес на шесть — десять унций, которые весит сама пакля. Но если вы заставляете камень свободно падать с некоторой высоты вместе с положенной на него паклей, то думаете ли вы, что при движении пакли будет давить на камень и тем увеличивать скорость его движения или что она его замедлит, поддерживая камень? Мы чувствуем тяжесть на плечах, когда сопротивляемся движению, к которому стремится давящая тяжесть; но если бы мы опускались с такой же

скоростью, с какою перемещается свободно падающий груз, то каким образом тяжесть могла бы давить на нас? Не видите ли вы, что это подобно тому; как если бы мы хотели поразить копьем кого-либо, кто бежит вперед нас с равною или большею скоростью? Выводите из этого заключение, что при свободном и естественном падении малый камень не давит на большой и, следовательно, не увеличивает его веса, как то бывает при покое.

**Симплицио.** Но если положить больший камень на меньший?

**Сальвиати.** Он увеличил бы вес меньшего, если бы движение его было более быстрым; но мы уже нашли, что если бы меньший двигался медленнее, то он замедлял бы отчасти движение большего, таким образом; целое двигалось бы медленнее, будучи больше своей части, что противно нашему положению. Выведем из всего этого, что тела большие и малые, имеющие одинаковый удельный вес, движутся с одинаковой скоростью.

**Симплицио.** Ваше рассуждение действительно прекрасно; однако мне все же трудно поверить, что крупица свинца должна падать с такой же быстротой, как пушечное ядро.

**Сальвиати.** Скажите лучше — песчинка с такой же быстротой, как мельничный жернов... Думаю, что если бы совершенно устранить сопротивление среды, то все тела падали бы с одинаковой скоростью.

**Симплицио.** Весьма сомнительное утверждение, синьор Сальвиати. Я никогда не поверю, чтобы в пустом пространстве, если только в нем можно наблюдать падение, клочок шерсти двигался с такою же быстротой, как кусок свинца.

**Сальвиати.** Мы задались исследованием вопроса, что произойдет с различными движущимися телами различного веса в среде, сопротивление которой равняется нулю; при таких условиях всякую разницу в скорости, которая может обнаружиться, придется приписать единствен-

но разнице в весе. Для того чтобы показать требуемое, необходимо было бы пространство, совершенно лишенное воздуха или какой бы то ни было другой материи, хотя бы самой тонкой и податливой. Так как подобного пространства мы не имеем, то станем наблюдать, что происходит в средах, более податливых, и сравнивать с тем, что наблюдается в средах, менее тонких и более сопротивляющихся. Если мы найдем действительно, что тела различного веса будут все менее и менее отличаться друг от друга по скорости падения, по мере того как последнее будет происходить в средах, представляющих все меньшее сопротивление, пока, наконец, в среде, наиболее легкой, хотя и не совсем пустой, разницы в скорости получится самой малой и почти незаметной, то отсюда с большою вероятностью можно будет заключить, что в пустоте скорости падения всех тел одинаковы.

Галилей не только экспериментально доказал это положение, бросая различные тела с Пизанской башни, а также наблюдая колебания маятников одинаковой длины, на концах которых были подвешены шарики из металла и пробки, но и вывел законы падения тел, изучая движение шарика по наклонному желобу. Скорость падающего тела, по Галилею, растет пропорционально времени падения; коэффициент пропорциональности, если прибегнуть к современным обозначениям, — это  $g$ , ускорение свободного падения. При этом зависимость скорости  $v$  от высоты  $h$ , пройденной телом, как известно, такова:  $v = \sqrt{2gh}$ .

Идеи Галилея о движении развивал Э. Торричелли (1608—1647) в своем основном труде по механике «О движении свободно падающих и брошенных тяжелых тел» (1641). Там, в частности, выведена формула для скорости истечения идеальной жидкости из сосуда — она совпала с галилеевой:  $v = \sqrt{2gh}$ .

**В. ЛИШЕВСКИЙ.**



# БОЛЬШАЯ ХИМИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Одним из важнейших агротехнических приемов, помогающих ослабить зависимость сельскохозяйственного производства от погоды, является эффективное использование удобрений в нарастающих дозах. Земля щедро платит там, где постоянно заботятся о ее плодородии.

Член-корреспондент ВАСХНИЛ В. МИНЕЕВ, директор Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения имени Д. Н. Прянишникова.

## «ХЛЕБ» ХЛЕБА

Каждое звено народного хозяйства имеет изначальную составляющую своей главной продукции, которую, по образному выражению журналистов, зачастую именуют «хлебом» отрасли. Руду называют «хлебом металлургии», металл — «хлебом индустрии», цемент — «хлебом строительства», уголь — «хлебом энергетиков», особо чистые материалы и сплавы — «хлебом электроники». У самого хлеба, который всему голова, «хлеб» — земля, хорошо ухоженная, удобренная, снабженная достаточным количеством влаги.

Есть удобрения органические, есть минеральные. В течение тысячелетий для повышения плодородия пахотных земель ис-

пользовались послеуборочные остатки, такие, как солома, а также естественная растительность и экскременты животных — основа для приготовления органических удобрений. Мергель и другие известковые материалы применялись уже в Римской империи для обеспечения культур кальцием и улучшения физических свойств почвы.

То были единственные удобрения, применяемые до начала XIX столетия, когда впервые использовали природные отложения натриевой селитры и кости животных. При растворении костей в серной кислоте содержащийся в них фосфат переходит в

Полным ходом продолжается техническое перевооружение сельского хозяйства — решается одна из важнейших задач, поставленных XXVI съездом КПСС. Сегодня на земле трудятся сотни видов самых разнообразных машин. Особое значение приобретает проблема ускоренного оснащения тракторов шлейфом прицепных и навесных орудий. На снимке: трактор Т-150 с новейшим разбрасывателем минеральных удобрений и изве-

● НАУКА —  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ  
ПРОИЗВОДСТВУ



За рубежом лекторы общества «Знание» знакомят общественность социалистических, капиталистических и развивающихся стран с достижениями СССР в науке и технике, рассказывают о жизни советских людей, об их борьбе за построение коммунизма.

Только в 1981 году члены Общества читали лекции в 42 странах.



В самых различных уголках земного шара можно встретить членов общества «Знание», читающих лекции о Советской стране. Обширные международные связи общества «Знание».

В Правлении Общества хранится «Книга Почета Всесоюзного общества «Знание», учрежденная в 1965 году. За 16 лет 292 члена Общества, внесшие большой вклад в его работу, в дело популяризации науки и распространения знаний среди трудящихся, были удостоены занесения в Книгу Почета на основании постановлений пленумов Всесоюзного общества «Знание». На страницах Книги Почета — их фотографии, с кратким описанием деятельности в Обществе.

Решением Президиума Правления Всесоюзного общества «Знание» ежегодно наиболее активные пропагандисты знаний и организаторы лекционной пропаганды политических и научных знаний награждаются нагрудным знаком «За активную работу». Этот знак представляет собой металлический восьмиугольник на красной муаровой ленте, с барельефным изображением символов знаний — раскрытой книги и зажженного факела. За 20 лет со дня его учреждения уже вручено 7820 наград лучшим лекторам — членам Общества.

Высшая форма отличия для члена Общества — это учрежденная в декабре 1969 года медаль имени С. И. Вавилова. Нагрудная медаль имени выдающегося советского ученого, первого председателя

Высшая форма отличия для члена общества «Знание» — медаль имени С. И. Вавилова.



Всесоюзного общества «Знание» академика С. И. Вавилова присуждается за заслуги в пропаганде политических и научных знаний, в коммунистическом воспитании трудящихся, за большой вклад в развитие науки и распространение научных знаний, в борьбу за мир и социальный прогресс человечества. Президиум Правления производит процедуру награждения ежегодно в дату основания Общества. На 1 января нынешнего года медалью имени С. И. Вавилова награждены 286 советских и 12 зарубежных выдающихся ученых, деятелей науки и культуры.

Среди них — академик А. П. Александров, академик В. А. Амбарцумян, академик А. А. Благонравов, академик В. М. Глушков, академик Ф. В. Константинов, академик М. В. Келдыш, академик Б. Е. Патон, академик Б. Б. Пиотровский, писатель и академик М. А. Шолохов.

Зарубежные лауреаты (награжденные медалью с 1976 по 1982 год):

Академик Ярослав Кожешник (ЧССР), академик Эберхард Лейбниц (ГДР), академик Дюла Ортутай (ВНР), президент Общества по распространению научно-технических знаний СРВ Ле Кхак, академик Богумил Квасил (ЧССР), генеральный секретарь ЦК НДПА, председатель Революционного совета и Премьер-министр ДРА Бабрак Кармаль, член-корреспондент АН ЧССР Владимир Румл.

Постановлением IX пленума Правления Всесоюзного общества «Знание» от 23 декабря 1981 года медалью имени академика С. И. Вавилова за выдающиеся заслуги в развитии теории и практики научного коммунизма, в пропаганде политических и научных знаний, за неустанную борьбу в защиту мира награжден Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР, товарищ Леонид Ильич Брежнев.

# БИОТЕХНОЛОГИЯ И ЕЕ МЕСТО В НАУЧНО-

**В** дискуссиях о судьбах и путях развития современного естествознания еще сравнительно недавно можно было услышать утверждение, что биология — наука о живой природе — носит в основном описательный характер. Биологов это не обижало и вряд ли обидело бы даже сегодня, ибо предмет их привязанности необычайно сложен и в нем существенную роль продолжают играть эмпирические подходы, накопление фактического материала, систематика...

Действительно, на путь направленного поиска и преобразования биология встала позже таких наук, как физика и химия. Перелом в формировании современного теоретического и методического фундамента биологической науки произошел во второй половине прошлого столетия. Ч. Дарвин в 1859 году опубликовал «Происхождение видов» — труд, заложивший основы эволюционного учения. Практически в тот же период К. Бернар внес основополагающий вклад в физиологию, Л. Пастер, Р. Кох и И. И. Мечников дали начало современным представлениям в микробиологии и иммунологии, Г. Мендель сформулировал законы наследственности, а И. М. Сеченов и затем И. П. Павлов создали учение о высшей нервной деятельности. Эти «великие биологические открытия» сразу оказали серьезное влияние на практическую деятельность человека, особенно в сфере медицины.

Двадцатый век стал свидетелем еще более радикального влияния биологии на развитие человеческого общества и его производительных сил. Здравоохранение получило в свое распоряжение вакцины и антибиотики, а сельское хозяйство пережило первую «зеленую революцию». Однако наибольших успехов биологическая наука достигла в последнюю четверть века, когда она сумела заглянуть внутрь живой клетки и понять биологические механизмы на уровне молекулярных взаимодействий.

Новая биология стала модной областью знания, такой же, как учение об элементарных частицах, астрофизика или квантовая электроника, и среди многих ученых распространилось мнение, что мы входим в эру биологии. Оставим эти, скорее эмоциональные, оценки на совести самих ученых и лишь констатируем факт: пятидесятые годы нашего столетия действительно стали началом ренессанса в современной биологии, темпы и результативность биологических исследований необычайно возросли, а практические перспективы биологии стали не только реальными, но и весьма вдохновляющими.

Особенно это коснулось нового направления, обобщенно называемого сегодня физико-химической биологией. В его фор-

мировании огромную роль сыграли физика, математика и химия, которые привнесли в учение о живой природе не только свои идеи, подходы и методы, но и делегировали в биологию многих своих талантливых представителей.

Главными бастионами широкого фронта физико-химической биологии стали биохимия, которая открыла миру могущество ферментов и установила законы регуляции и энергетического обеспечения процессов, идущих в живой клетке, а также биофизика, давшая в распоряжение биологов богатый арсенал современных физических методов. К традиционным направлениям учения о жизнедеятельности присоединились вновь возникшие молекулярная биология и молекулярная генетика, блеснувшие открытием двойной спирали ДНК и выяснением основных механизмов хранения и реализации генетической информации. В последние годы в семье этих наук стремительно вошла биоорганическая химия, расширившая границы своих интересов до исследования структуры и химического синтеза мощных биорегуляторов типа простагландинов, феромонов, физиологически активных пептидов, а также простейших белков и генов.

Напор физико-химической биологии был весьма мощным, одно открытие сменялось другим, и стало очевидно, что в области изучения молекулярных основ жизнедеятельности должно произойти что-то важное. Таким качественным скачком следует считать рождение примерно десять лет назад генетической, или геной, инженерии. К достижениям генетической инженерии мы еще вернемся, а сейчас лишь подчеркнем, что исследователи научились направленно видоизменять в мире микроорганизмов (бактерий и вирусов) наследственный аппарат, вводя в него новые гены по заранее намеченному плану и конструируя таким образом совершенно новые живые системы.

За короткое время были созданы десятки искусственных микроорганизмов; в лабораториях ученых они рождаются сейчас каждый день, и это уже осознанное построение систем с заданными свойствами. А так как микробиология прочно вошла в промышленность, то появились перспективы практически неограниченного расширения возможностей данной области индустрии на основе новейших достижений науки. Так несколько лет назад родился термин «биотехнология», быстро заполонивший страницы научных журналов, деловых бюллетеней и газет.

Новому направлению биологии было уделено большое внимание в нашей стране. Были укреплены ведущие биологические центры в Академии наук СССР и академиях



наук союзных республик, усилен биологический фундамент в учреждениях медицинского и сельскохозяйственного профиля, границы физико-химической биологии протянулись от Москвы и Ленинграда до Сибири, Средней Азии и Дальнего Востока. В 1974 году было принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускорению развития молекулярной биологии и молекулярной генетики и использованию их достижений в народном хозяйстве», а в 1981 году — еще одно важнейшее постановление ЦК КПСС и СМ СССР «О дальнейшем развитии физико-химической биологии и биотехнологии и использовании их достижений в медицине, сельском хозяйстве и промышленности». Утверждена и выполняется комплексная целевая научно-техническая программа по биотехнологии. Советская наука продемонстрировала всему миру, что она способна занять ведущие позиции в новом направлении естествознания.

Что же такое биотехнология? В принципе это — использование биологических процессов для промышленных целей. Термин «биотехнология» отнюдь не новый, он уже широко использовался в начале нашего столетия. В конечном итоге такие древние производства, как получение спирта брожением, хлебопечение, виноделие и сыроварение, наряду с силосованием кормов мы вправе отнести к сфере биотехнологии. Однако успехи биологии наших дней наполнили понятие «биотехнология» качественно новым содержанием.

Современная биотехнология — комплексная, многопрофильная область научно-технического прогресса, включающая такие разделы, как микробиологический синтез в его широком понимании, генная и клеточная инженерия, инженерная энзимология. Именно эти новые направления биотехнологии призваны способствовать решению насущных проблем медицины, на них мы рассчитываем и при решении продовольственной проблемы.

К биотехнологии, в сегодняшнем смысле этого слова, относят также и использование биологических источников для производства энергии. Речь идет не о нефти, угле, торфе или сланцах, хотя их биологический генезис очевиден. Сейчас широко обсуждается вопрос о так называемых возобновляемых источниках энергии, к которым в первую очередь относятся различные представители растительного мира, постоянно аккумулирующие энергию солнца. Сюда примыкает и проблема фотосинтеза во всем ее многообразии.

Наконец, биотехнология имеет решающее значение для охраны окружающей среды, борьбы с ее загрязнением. Сегодня лишь микробиологические методы способны дать путь для уничтожения и переработки промышленных и бытовых отходов, способны обеспечить правильное экологическое равновесие даже в районах с большой плотностью населения и высокой концентрацией промышленного производства.

Для наглядности проиллюстрирую перспективы биотехнологии отдельными примерами (рассмотреть все аспекты развития современной биотехнологии в одной статье невозможно).

Справедливым будет начать с микробиологического синтеза. Микроорганизмы, прежде всего бактерии и дрожжи, — наиболее мощные биологические агенты, используемые человеком в своих интересах. Они очень быстро растут, огромными темпами увеличивают биомассу, способны жить в экстремальных условиях, вплоть до температуры кипящей воды, и утилизировать самые разнообразные вещества и материалы, включая металлы, многие пластмассы, целлюлозу, нефть и уголь.

Микробиологическое производство требует сравнительно простых технологических решений и при широких масштабах в большинстве случаев оказывается рентабельным. Сейчас таким путем налажено получение микробного белка и белково-витаминных концентратов для нужд сельского хозяйства у нас в стране, в Японии, США, Франции и других странах. Хотелось подчеркнуть, что научные основы этого производства были разработаны в нашей стране. Сырьем здесь служат углеводороды нефти, спирт, природный газ, отходы сахарного производства и т. п. Советский Союз имеет самую мощную микробиологическую промышленность в мире, развивающуюся высокими темпами. Именно поэтому уже встает вопрос о создании Министерства биотехнической промышленности, об этом, в частности, говорил в своем выступлении на XXVI съезде КПСС президент АН СССР академик А. П. Александров.

Генетическая инженерия — наиболее перспективная область биотехнологии — явилась прямым следствием крупных успе-







ски завершена и у нас, в Институте биоорганической химии имени М. М. Шемякина АН СССР. Короткие синтетические фрагменты гена сшиваются вместе, как на швейной машине, ферментом лигазой. Полученный таким путем ген вместе с участками, обеспечивающими его активность, встраивается в вектор, и затем рекомбинантная ДНК вводится в бактериальные или дрожжевые клетки.

Таким образом, сочетание химико-ферментативного метода с генно-инженерной техникой дает возможность получить форму бактерий (штамм), производящих проинсулин. Из проинсулина далее легко получить инсулин. Сейчас вопрос промышленного производства инсулина решен и препарат проходит биологические испытания.

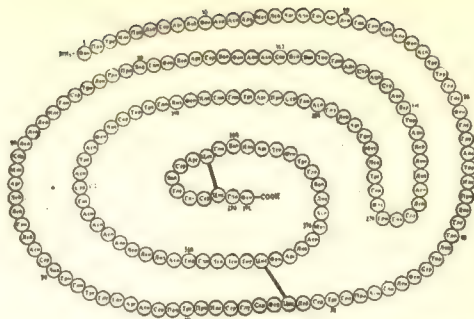
Генетическая инженерия стала предметом интереса многих государств. За короткое время в нескольких странах были созданы десятки фирм, работающих в области генетической инженерии, в них вкладываются огромные средства, но и прибыли ожидаются также большие.

Не менее важный объект генетической инженерии, на котором мне хотелось бы остановиться, — интерферон. Сегодня этот термин всем известен, поскольку интерферон продается в аптеках. В основе препарата лежит белок, вырабатываемый клетками позвоночных в ответ на инфекцию вирусами и защищающий эти клетки от вирусов. Это — универсальное противовирусное средство. Однако интерферон видоспецифичен, то есть каждый организм производит свой интерферон. Поэтому для лечения человека пригоден только интерферон человека.

Наиболее распространенный сейчас в медицине препарат интерферона получают из лейкоцитов донорской крови. Это — очень дорогое сырье, а кроме того, этот источник принципиально не способен обеспечить потребность в интерфероне. Поэтому ищут другие пути.

Одним из важных источников интерферона могут быть сконструированные с помощью генной инженерии микробиологические продуценты интерферона — бактерии или дрожжи. На создание таких штаммов в настоящее время выделяются в разных странах огромные средства. Подобная работа проводится и в СССР в рамках комплексной целевой программы «Биотехнология». В получении штаммов-продуцентов для последующего производства интерферона из микробиологического сырья принимают участие институты Академии наук СССР, АН Латв. ССР, АН УССР, АМН СССР и Главмикробиопрома. Работа в целом чрезвычайно сложная и включает в себя много этапов.

Как же можно получить интерферон? Необходимо иметь лейкоциты крови, индуцированные вирусом так, чтобы в них начался синтез интерферона. Затем из них нужно выделить информационную РНК, программирующую этот синтез, и на основе ее провести синтез сначала комплементарной



ей, однопочечной, а затем двухпочечной ДНК. Эту ДНК с помощью специальных приемов встраивают в плазмиды-векторы и в их составе вводят в бактерии.

Следующая задача — поиск тех бактерий, которые получили с плазмидой ген интерферона. Это наиболее сложная часть исследования, поскольку то, что мы называем матричной РНК интерферона, представляет собой сложную смесь, содержащую всего около 0,01% собственно интерфероновой информационной РНК. Поэтому для того, чтобы найти нужные бактерии, необходимо особым методом проанализировать огромное количество бактериальных клонов (клонами называют бактерии, выращенные из одной клетки). Но вот отобранные штаммы, содержащие ген интерферона. Для того, чтобы заставить этот ген функционировать в бактерии, необходимо было произвести его перестройку *in vitro*. Эта перестройка связана с тем, что бактерии не умеют превращать белок-предшественник, кодируемый геном, в зрелый белок.

Программа получения штамма — продуцента интерферона в настоящее время успешно завершена, и мы надеемся, что к концу пятилетки мы будем иметь интерферон в больших количествах.

Есть еще один заманчивый путь — химический синтез гена интерферона. Путь этот сложен. Надо синтезировать не только так называемый структурный ген, но и участки, необходимые для того, чтобы ген работал в искусственной наследственной системе (промотор, оператор, участок связывания рибосомы). Все вместе это составляет около 1200 нуклеотидов. Колоссальная молекула! Самая большая из когда-либо синтезированных человеком органических молекул. За этот синтез взялись ученые в США и у нас в стране — в Институте биоорганической химии имени М. М. Шемякина АН СССР, в Институте цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР, в институтах Главлмикробиопрома. В настоящее время работа также завершается.

Еще один важный белок был недавно получен методом генетической инженерии в Институте молекулярной биологии АН СССР. Это соматотропин, гормон роста человека, содержащий в молекуле 191 аминокислотный остаток. Соматотропин применяется при лечении карликовости, ожогов, костных переломов и т. д.

Для того, чтобы получить его, из опухоли гипофиза человека выделили препарат



информационной РНК, которую далее использовали как матрицу для проведения синтеза двухцепочечной ДНК-копии. Полученные ДНК клонировали в кишечной палочке (*E. coli*) и затем, используя гибридационные эксперименты, отобрали штаммы, содержащие ген гормона роста человека. Присутствие полной копии гена подтверждено определением ее первичной структуры. Так как ген соматотропина выделяется совместно с фрагментами ДНК, не имеющими отношения к его активности, то следующим этапом было «молекулярно-хирургическое» вмешательство: такой фрагмент гена (лидерная последовательность) был заменен синтетическим олигонуклеотидом — адаптором, соответствующим иницирующему кодону синтеза белка.

На заключительном этапе укороченный ген гормона роста человека был поставлен под контроль регуляторного участка — «промотора», обеспечивающего транскрипцию в кишечной палочке, и рекомбинантная плазмида была снова перенесена в *E. coli*. Экстракты из бактерий, полученных методами генетической инженерии, содержат гормон роста человека, иммунологически неотличимый от гормона, выделенного из гипофиза человека.

Можно много еще говорить о генетической инженерии: возможности ее очень велики. Но рамки одной статьи не позволяют охватить всю область.

**Я** остановлюсь на другом звене. Этим звеном является клеточная инженерия. Операция с клетками также дает весьма интересные результаты. Прежде всего коснемся иммунологии.

Иммунология — важная область современной биологии, имеющая дело с собственными защитными силами организма. Как работает иммунная система? Она создает особые клетки — лимфоциты, выполняющие в зависимости от вида различные функции. Одни из них в ответ на внедрение в организм чужеродного белка, например, вирусного, продуцируют высокоспецифичные белки — иммуноглобулины (антитела), вступающие на защиту организма.

Важнейшая задача современной иммунологии — направленная регуляция иммунного ответа к определенному антигену: усиление его, ослабление или полное угнетение. А это означает возможность практического решения проблем трансплантационного, противоопухолевого и противовирусного иммунитета, аутоиммунных и иммунодефицитных заболеваний.

Как получить такие антитела? В значительной степени здесь могло бы помочь новое направление клеточной инженерии, которое дает возможность получать моноклональные антитела заданного действия, заданной специфичности. Для получения продуцентов таких антител направленным образом конструируют гибридные клетки — гибридомы. В их образовании участвуют лимфоциты селезенки иммунизированных животных и раковые (миеломные)

клетки. В результате слияния этих клеток получают гибридную клетку, обладающую способностью размножаться как раковая и производить один-единственный тип антител — моноклональные антитела, как родительская плазматическая клетка.

Значительный интерес, проявляемый во всем мире к моноклональным антителам, объясняется широтой их применения как в научно-исследовательских целях, так и в практической сфере: они необходимы для избирательной и высокочувствительной диагностики, а возможно, профилактики и терапии многих заболеваний, для выделения ферментов, гормонов, интерферонов и многих других биологически активных препаратов в процессе их производства.

В нашей стране это направление успешно развивается.

В Институте молекулярной биологии АН СССР совместно с Институтом вирусологии имени Д. И. Ивановского АМН СССР получены моноклональные антитела к одному из наиболее распространенных штаммов вируса гриппа, а совместно с кафедрой вирусологии биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова производятся работы по получению моноклональных антител к важнейшим вирусам сельскохозяйственных растений.

Гибридомы — это только один из вариантов использования культур клеток в целях биотехнологии. Надо сказать, что использование культуры клеток — чрезвычайно перспективная область и во многих других отношениях. Если клетки выращивать как микроорганизмы в искусственных условиях, они могут продуцировать ценнейшие вещества живого организма — ферменты, гормоны и другие биологически активные соединения. Таким образом можно использовать культуры и животных и растительных клеток.

Наиболее перспективно использование растительных клеток для получения уникальных продуктов их обмена веществ — разных групп алкалоидов, фенольных соединений, стероидных сапонинов, гликозидов, полисахаридов и многих других биологически активных соединений. Эти вещества нужны в медицине, в сельском хозяйстве, в пищевой и парфюмерной промышленности. В настоящее время на основе научных разработок Института физиологии растений имени К. А. Тимирязева АН СССР создан промышленный регламент для получения настойки женьшеня из клеточной биомассы. Для получения этого ценнейшего препарата ранее использовался корень женьшеня, добываемый старателями в тайге и выращиваемый на плантациях — его количество составляло около 200—250 килограммов. А заводы уже теперь с помощью клеточной технологии выпускают около 5 тонн экстракта в год.

Уникальным свойством растительной клетки является ее тотипотентность, то есть способность любой соматической клетки дать начало растению. Это открывает возможность создавать на основе клеточной селекции и инженерии новые высокоурожайные и устойчивые сорта хозяйствен-



## Схема получения моноклональных антител.

ных растений. Это так называемое микроклональное размножение. В научно-целевой программе «Биотехнология» планируется организовать в производственных масштабах микроклональное размножение посадочного материала вновь созданных и хозяйственно освоенных сортов картофеля, сахарной свеклы, люцерны и других растений.

Институтом физиологии растений имени К. А. Тимирязева АН СССР совместно с НПО «Магарач» (Крым) разработан метод микроклонального размножения нового гибридного, устойчивого к филоксере сорта винограда.

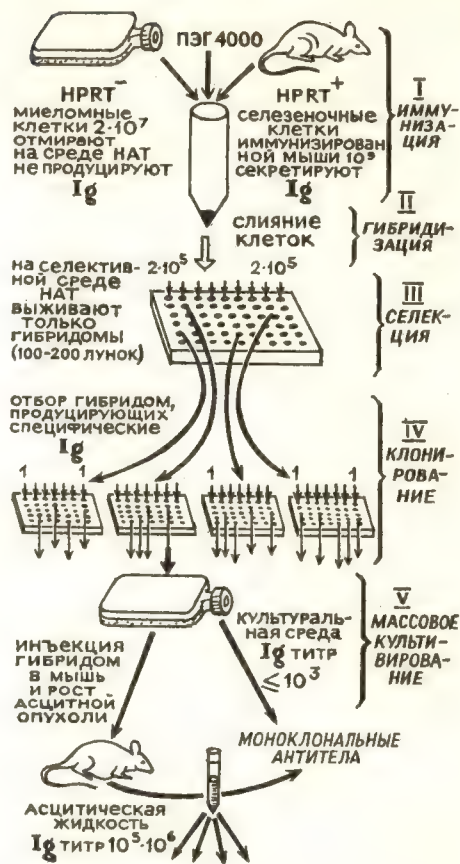
В совместной работе Института физиологии растений АН СССР и Института картофельного хозяйства УССР на основе клеток культурного и дикого картофеля получен гибрид, абсолютно устойчивый к поражению вирусом У, вызывающим одно из наиболее вредных заболеваний.

Не менее интересные результаты получаются и при работе с животными клетками — яйцеклетками крупного рогатого скота. Осуществлено оплодотворение яйцеклеток коров *in vitro*, последующее их деление и трансплантация эмбрионов животному. Эти работы проводятся в Московском государственном университете, институтах Академии наук СССР и особенно широко — в ВАСХНИЛ. Уровень технологии в настоящее время позволяет создавать банки замороженных эмбрионов высокопородных животных и проводить пересадку их (трансплантацию) животным — «приемным матерям».

На основе методов культивирования зародышей и овоцитов уже сейчас расширенным фронтом проводятся разработки новых приемов, предусматривающих получение генетических копий особо ценных животных.

**Р**азвитие фундаментальной науки постоянно расширяет области применения биотехнологии. Совсем недавно обнаружен поразительный факт — установлено, что в мозгу животных и человека есть уникальные вещества, названные нейропептидами, способные регулировать процессы сна и памяти, вызывать и снимать ощущение боли, чувства страха, тревоги и т. п. Таким образом, сравнительно простые химические соединения участвуют в сложнейших проявлениях высшей нервной деятельности, органически дополняя электрофизиологические механизмы торможения, возбуждения и распознавания. Некоторые из этих веществ уже выделены в чистом виде, установлено их строение, они получены синтетическим путем.

Во Всесоюзном кардиологическом центре АМН СССР проводятся широкие исследования по синтезу и изучению свойств биологически активных пептидов и их структурных аналогов. Разработаны оригинальные методы синтеза многих из них.



Исследования свойств синтетических пептидов проводятся в комплексе с рядом институтов АН СССР и АН союзных республик, а также АМН СССР.

Можно привести еще один интересный пример неожиданного выхода из «чистой» биологии в биотехнологию. Как известно, важнейшим светочувствительным элементом сетчатки глаза является окрашенный белок, родопсин, который расположен там в мембранных дисках палочек. Около десяти лет тому назад было обнаружено, что существуют микроорганизмы, клетки которых содержат белок, удивительно похожий на родопсин. Эти микроорганизмы — галофильные бактерии, живущие в очень соленой воде. У нас они встречаются в озерах Средней Азии; их много в Мертвом море и в пересыхающих лагунах тропического пояса. Зачем галофильным бактериям белок, похожий на родопсин?

Оказалось, что бактериальный родопсин (или бактериородопсин) представляет собой своего рода насос, который, поглощая световые кванты, перекачивает ионы водорода через клеточную мембрану. Возникающий таким образом протонный градиент бактериальная клетка использует как универсальный источник энергии для синтеза АТФ, движения и др. Это первый известный науке случай непосредственной утилизации солнечного света живыми существами, не содержащими хлорофилла.

И родопсин и бактериородопсин интенсивно изучаются у нас в Институте биоорганической химии имени М. М. Шемякина, в Институте химической физики АН СССР и в Московском государственном университете. Нам удалось установить структуру обоих белков. Хотя на Земле они появились с интервалом не менее 300 миллионов лет, принципы упаковки этих белков в мембране имеют много общего.

Бактериородопсин — природная солнечная батарея, генератор ионных токов. К тому же этот белок поразительно устойчив к различным внешним воздействиям. Весьма вероятно поэтому, что в будущем его удастся использовать в гелиотехнических устройствах, выполняющих осмотическую работу, например, опреснение воды. С другой стороны, каждая молекула бактериородопсина, имеющая размер около 30 ангстремов, под действием света обратимо меняет свою окраску. Это позволяет создать на основе бактериородопсина фотохромные материалы с исключительно высокой разрешающей способностью, которые способны выдержать очень много циклов записи и стирания оптической информации. Такие материалы, используемые в качестве элементов памяти в ЭВМ новых поколений, разрабатываются сейчас в Институте биологической физики АН СССР и в Физическом институте имени П. А. Лебедева АН СССР совместно с Институтом биоорганической химии имени М. М. Шемякина АН СССР и Московским институтом тонкой химической технологии имени М. В. Ломоносова.

Каковы же перспективы биотехнологии? Они так же огромны, как и ее возможности. Биотехнология — это новый этап синтеза современных биологических знаний и технологического опыта. Возникнув на стыке различных направлений науки — микробиологии, биохимии, генетики, цитологии, биоорганической химии и молекулярной биологии, базируясь на достижениях фундаментальных исследований, биотехнология, в свою очередь, должна ставить задачи перед фундаментальной наукой.

## ЛИТЕРАТУРА

О многих научных работах, упоминаемых академиком Ю. Овчинниковым, журнал «Наука и жизнь» подробно рассказывал в последние годы:

Баев А: акад. «Индустрия ДНК: новый путь биотехнологии» № 11, 1981.

Георгиев Г., чл.-корр. АН СССР, «Подвижные гены» № 5, 1981.

Дымов В., «Ген в пробирке» № 2, 1981.

Дымов В., «Клетка сама по себе» № 9, 1981.

Медников Б., д-р биол. наук, «Власть над геном» №№ 7—10, 1981.

Островский М., д-р биол. наук, «Зрительный пурпур — родопсин», № 12, 1981.

Шихов И., канд. биол. наук, «Замороженный» № 2, 1981.

Шихов И., докт. биол. наук, «Близнецы от разных мам» № 3, 1982.

## НОВЫЕ КНИГИ

### О МОСКВЕ И ИСТОРИИ МОСКВЫ

Издательство «Московский рабочий».

1. Трофимов В. Г. Москва. Путеводитель по районам. М., 1981, 462 с. с илл. 39 000 экз. 2 р. 10 к.

По новому административному делению в Москве тридцать два района. Небольшие справочно-очерковые зарисовки раскрывают наиболее характерные черты в облике каждого из районов столицы.

Именной указатель, помещенный в конце книги, помогает быстро отыскать адреса, связанные с жизнью и работой в Москве государственных, партийных и военных деятелей, ученых, писателей, поэтов, артистов, художников, скульпторов, композиторов.

Кончин Е. В. Эмиссары восемнадцатого года. М., 1981, 160 с. с илл. 60 000 экз. 50 к.

Документальный рассказ о самоотверженном труде музейных работников, которые в первые годы Советской власти спасли многие уникальные художественные коллекции.

Молева Н. М. Древняя быль новых кварталов. М., 1982, 224 с. с илл. 60 000 экз. 40 к.

Теплый Стан, Коньково, Зюзино, Свиблово, Медведково — подмосковные деревни и села, слившиеся ныне с Москвой. Новые микрорайоны столицы имеют свою интересную историю, свои архитектурные и исторические памятники.

Автор книги, историк и искусствовед, рассказывая о новых районах столицы, использует недавние открытия историков и археологов.

Рабинович М. Г. Не сразу Москва строилась. М., 1982, 208 с. с илл. 39 000 экз. 50 к.

В книге более 30 рассказов, посвященных прошлому Москвы. Автор — доктор исторических наук, археолог, воссоздает облик древних улиц Москвы, рассказывает о первых водоотводных сооружениях, обнаруженных археологами в Москве, о набережных, мостах, фонарях, зданиях, из которых складывался облик древнего города.

Лобовская Р. А., Лялин С. П. Дорогами «Золотого кольца». От Москвы до Загорска. М., 1981, 95 с. с илл. 39 000 экз. 50 к.

Это путеводитель по северо-восточному Подмосковию. Авторы приглашают в путешествие по одной из древнейших дорог московской земли — Ярославскому шоссе.





# ДЕСЯТЬ ЛЕТ СПУСТЯ,

## ИЛИ РАССКАЗ О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ, ПРОИСШЕДШИХ В ЭТОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ\*

Лауреат Ленинской премии  
академик В. ГИНЗБУРГ.

### А С Т Р О Ф И З И К А

Как отмечалось в статье [1]\*\*, 60-е годы были особенно богаты астрономическими открытиями первостепенной важности. Достаточно упомянуть квазары, реликтовое излучение (электромагнитные волны, оставшиеся до наших дней еще со времени довольно ранних стадий развития Вселенной [3, 9, 10]), рентгеновские «звезды», космические мазеры на ряде молекул и, наконец, радиопульсары. Какая-то доля случайности в такой группировке открытий имеется, однако, несомненно, что в целом столь богатый урожай удалось собрать благодаря превращению астрономии из оптической во всеволновую.

Предыдущее десятилетие (70-е годы) характеризуется дальнейшим впечатляющим развитием астрономии, и нет оснований говорить о каком-то замедлении прогресса, хотя крупных открытий было сделано зна-

\* Подготовленный редакцией сокращенный и адаптированный вариант статьи, опубликованной в журнале «Успехи физических наук». Окончание. Начало см. «Наука и жизнь» № 4 и № 5 1982 г.

\*\* В квадратных скобках дается ссылка на литературу в списке, приведенном на стр. 29. Первая в этом списке статья В. Л. Гинзбурга «Какие проблемы физики и астрофизики представляют сейчас особенно важными и интересными», опубликованная 10 лет назад в журналах «Успехи физических наук» и «Наука и жизнь» (адаптированный вариант). Здесь и далее сопоставляются важные и интересные проблемы физики в период публикации статьи [1] и сейчас, то есть десять лет спустя.

чительно меньше. В один ряд с открытиями 60-х годов можно, пожалуй, поставить лишь обнаружение рентгеновских пульсаров в двойных звездных системах, а также открытие рентгеновских и гамма-всплесков [12]. Многие сделано и в теоретической космологии, в основном на базе и в связи с успехами микрофизики, особо же нужно отметить такое крупное достижение теории, как выяснение испарения черных дыр.

Здесь, в разделе «Астрофизика», в отличие от «Микрофизики» и даже, хотя и в меньшей степени, «Макрофизики», перечень основных проблем, названных в подзаголовках, остался почти без изменений, добавить пришлось лишь два подпункта: «Физика черных дыр» и «Образование галактик». Сейчас мне самому трудно понять, почему в статье [1] черные дыры в явном виде даже не упоминаются. Несомненно, это недосмотр, но, вероятно, как-то отражающий отношение к черным дырам в тот период. Да и вообще не очень ясны причины несколько запоздалого интереса к этой проблеме — черные дыры на основе общей теории относительности были рассмотрены в 1939 году, а в рамках дорелятивистской физики вопрос о черных дырах начал обсуждаться еще в XVIII веке (введение понятия о черных дырах в 1786 году обычно связывается с именем Лапласа; между тем то же было еще раньше — в 1784 году — сделано Мичеллом).

#### 15. Экспериментальная проверка общей теории относительности

Общую теорию относительности (ОТО) экспериментально проверяют уже по крайней мере с 1919 года, когда впервые удалось измерить предсказанное этой теорией отклонение световых лучей в гравитационном поле Солнца. Однако проверка ОТО продолжается, а достигнутая точность все еще не так уж впечатляюще велика, причем по хорошо известной причине: в пределах Солнечной системы сравнительно слабое гравитационное поле. Результаты проводившихся различных экспериментов по проверке ОТО находятся в полном согласии с этой теорией, причем обычно речь идет о точности (или, правильнее сказать, погрешности) около 1%. Исключением является измерение гравитационного смещения частоты с погрешностью порядка 0,01% и более важное измерение запаздывания сигналов при связи с искусственными спутниками Марса с погрешностью порядка 0,1%.

К числу интересных эффектов ОТО, которые могут наблюдаться уже в слабом гравитационном поле, относится линзодобное действие масс (звезд, галактик) на проходящие вблизи них электромагнитные волны. Расчет такой гравитационной линзы был опубликован Эйнштейном в 1936 году, а в 1979 году было высказано предположение, что двойной квазар 0957 + 561 А, В представляет собой на самом деле два изображения одного квазара, и роль гравитационной линзы играет находящаяся примерно на половине пути между квазаром и нами эллиптическая галактика [11].

В справедливости такой интерпретации теперь уже нет сомнений. Эти и аналогичные наблюдения гравитационных линз нужны, конечно, не для проверки ОТО (ОТО в слабом поле уже проверена со значительно большей точностью), а для получения ценной астрономической информации.

С точки зрения проверки ОТО в сильных гравитационных полях некоторый интерес представляют нейтронные звезды (на их поверхности гравитационное поле в десятки тысяч раз сильнее, чем в пределах Солнечной системы), но в центре внимания находятся черные дыры. Уже само их обнаружение явилось бы подтверждением, по крайней мере качественным, справедливости ОТО и в сильных полях. Количественные же измерения вблизи черных дыр могут послужить и для детальной проверки общей теории относительности.

Проверка ОТО в сильных полях — важная и актуальная задача. Другое дело, что физики астрономы, не дожидаясь такой проверки, смело и широко применяют ОТО и в сильных полях (но еще в области, где квантовые эффекты малы). Подобный подход, типичный для теоретической физики, представляется вполне разумным и несколько не противоречит заботе о прочности «тылов» — признанию необходимости дальнейшей проверки ОТО, особенно в сильном поле.

## 16. Гравитационные волны

Вопрос о гравитационных волнах был поставлен Эйнштейном на прочном фундаменте ОТО более шестидесяти лет назад, но наблюдать их не удалось до сих пор — хорошая иллюстрация того факта, что некоторые научные проблемы, даже вполне четко поставленные, не удается решить в течение многих десятилетий. В статье [1], правда, цитировалась работа, в которой было высказано предположение об уже состоявшемся приеме космического гравитационного излучения. Эти наблюдения, однако, не подтвердились. Сейчас складывается впечатление, что через несколько лет можно рассчитывать на вступление в строй гравитационных антенн, способных принимать всплески гравитационных волн, в первую очередь от вспышек Сверхновых, причем образующихся не только в нашей Галактике, но и в сравнительно близких других галактиках [5]. Последнее весьма важно, поскольку в Галактике Сверхновые вспыхивают в среднем раз в 15—30 лет. Учитывая же вспышки в других галактиках, можно надеяться зафиксировать несколько событий в год. Другое дело, что здесь имеется значительная неопределенность, связанная с оценкой энергии, излучаемой в виде гравитационных волн при вспышке Сверхновой. Но в целом прогноз выглядит довольно оптимистически, в текущем десятилетии можно надеяться на рождение наблюдательной гравитационно-волновой астрономии [4, 6].

Главная цель приема гравитационных волн, несомненно, состоит в использовании этого «канала» для получения астрономической информации. Но последнее возможно

лишь в предположении, что у нас имеется теория, описывающая процессы генерации, распространения и детектирования гравитационных волн. Такой теорией, дающей возможность в принципе получить ответы на все возникающие вопросы, является ОТО. Представляется очень вероятным, что на ОТО в этом отношении можно вполне надежно базироваться, но все же следует помнить, что эта теория недостаточно проверена, и в данном случае недостаточно того, что ее справедливость доказана для слабых полей. Существуют незнание, то есть отличные от ОТО, теории гравитационного поля, в которых гравитационные волны ведут себя не так, как в ОТО, в то время как релятивистские эффекты в Солнечной системе отвечают наблюдениям. В этом плане представляет интерес тот факт, что изменение орбиты двойного пульсара PSR 1913 + 16 происходит, по-видимому, в соответствии с предположением об излучении этой системой гравитационных волн в согласии с ОТО. Результат этот нуждается, правда, в подтверждении и уточнении, но в целом он важен и многозначителен.

Сейчас основная задача — осуществить прием космических гравитационных волн. Если это удастся сделать, то из анализа соответствующих данных и на базе дальнейшего изучения названного двойного пульсара окажется, вероятно, возможным убедиться в справедливости ОТО (для такого круга задач) и, главное, получить ценную астрономическую информацию. Здесь, быть может, не так уж долго осталось ждать первых результатов.

## 17. Космологическая проблема

Космологическая проблема может быть сформулирована как задача изучить структуру пространства в больших масштабах и найти закон эволюции Вселенной во времени. Для осторожности оговоримся, что здесь и ниже идет речь не о Вселенной вообще, а о так называемой Метагалактике, то есть о доступной наблюдению с Земли системе галактик (включая квазары). Это действительно осторожность, а не перестраховка из опасения невалифицированной критики. Дело в том, что топология Вселенной, ее, грубо говоря, «конфигурация», может оказаться очень сложной, обычно же ограничиваются рассмотрением простейших моделей, в частности таких, где Вселенная считается в среднем (в достаточно больших масштабах) изотропной и однородной.

Во многих известных моделях развития Вселенной в прошлом имела сингулярность — момент  $t = 0$ , когда плотность вещества бесконечно велика. Напомним также, что если в изотропных и однородных моделях Вселенной средняя плотность вещества больше некоторой критической величины  $\rho_k$ , то модель является закрытой и Вселенная — расширяющейся, а затем сжимающейся трехмерной сферой. Если же средняя плотность вещества меньше критической  $\rho_k$ , то модель уже открытая — Вселенная расширяется беспредельно. В наше время критическая плотность составляет



$\rho_k = 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>. Определение же средней реальной плотности вещества во Вселенной оказалось очень трудной задачей. Средняя плотность, связанная с видимыми объектами (галактики, квазары), меньше критической, и это должно подкрепить модели открытой Вселенной. Но, быть может, значение плотности определяется еще и невидимыми «ингредиентами»: горячим межгалактическим газом, черными дырами нейтрино или даже гравитационными волнами. Так, если масса нейтрино более чем 10 эВ, то межгалактические нейтрино, образовавшиеся в прошлом, когда Вселенная была достаточно горячей, могут в настоящее время обеспечить плотность, достигающую и даже превосходящую  $\rho_k$ . А это значило бы, что справедливы модели закрытой Вселенной.

Но все же главный вопрос самой космологии — проблема сингулярности. В рамках ОТО — классической эйнштейновской теории гравитации — появление какой-то сингулярности считается неизбежным. Нет сомнения (по крайней мере таково мнение большинства физиков, включая и автора), что появление сингулярности является указанием на ограниченность теории, необходимость ее обобщения как раз в условиях, близких к сингулярности. Здесь мыслимы по крайней мере три возможности. Первая — обобщение ОТО еще на классическом уровне, приводящее к устранению сингулярности. Вторая возможность — существование некоторой фундаментальной длины (см. раздел «Микрофизика», «Наука и жизнь» № 5, 1982 г.). Наконец, третья возможность связана с тем, что применимость ОТО ограничена квантовыми эффектами, причем эти ограничения характеризуются уже упоминавшимися величинами — фундаментальной длиной  $1,6 \cdot 10^{-33}$  см, временными интервалами  $10^{-43}$  с и плотностью вещества  $5 \cdot 10^{93}$  г/см<sup>3</sup>. За пределами этих величин ОТО неприменима в силу необходимости учитывать квантовые эффекты. Так или иначе, основные усилия сейчас направляются на квантование ОТО и создание квантовой космологии. Здесь уже имеются некоторые результаты, позволяющие надеяться на устранение сингулярности, создание разумной космологической модели без сингулярностей.

Космология и вопрос о черных дырах, тесно связанные с проблемой сингулярности и границами применимости ОТО, занимают в астрономии исключительное место, аналогичное положению микрофизики в физике в целом, и остаются в центре внимания.

## 18. Нейтронные звезды и пульсары. Физика черных дыр

Напомним, что возможность существования и обнаружения нейтронных звезд начала обсуждаться в 1934 году, а открыты они были в 1967—1968 годах. Точнее, открыты были пульсары — намагниченные вращающиеся нейтронные звезды, дающие достаточно мощное радиозлучение. Такие пульсары, за редкими исключениями, являются одиночными, то есть не входят в состав сколько-нибудь тесной двойной систе-

мы. В начале 70-х годов были открыты рентгеновские пульсары, находящиеся в тесных двойных звездных системах. В такой двойной системе, состоящей из нейтронной звезды и «обыкновенной» звезды с протяженной плазменной атмосферой, может происходить интенсивное перетекание плазмы на нейтронную звезду. При этом в ее окрестности плазма приобретает в результате притяжения большую скорость, и затем, наткнувшись на звезду, плазма сильно нагревается (ее температура может быть  $10^7$ — $10^8$  К и выше) и излучает в основном в рентгеновском диапазоне. Модуляция излучения — его периодический характер в виде всплесков, следующих в довольно строгой последовательности один за другим, — обеспечивается вращением нейтронной звезды (период всех пульсаров во всех диапазонах — это период их вращения).

Пульсаров сейчас известно много сотен, число посвященных им статей еще больше. Для физики важнее всего возможность изучать сами нейтронные звезды и вещество, из которого они состоят. Это очень большая и интересная тема, из которой можно выделить исследование внешней коры нейтронных звезд. Здесь главные особенности связаны не с высокой плотностью, сверхтекучестью и ядерными эффектами, а с действием сверхсильного магнитного поля.

Я хорошо помню, как были открыты пульсары, и первый, «героический», период их исследования. Тогда казалось (мне, во всяком случае), что разобраться в механизме излучения, которое мы как раз только и наблюдаем, будет гораздо легче, чем идентифицировать природу самих пульсаров — выбрать между моделями белого карлика и нейтронной звезды. Но все оказалось наоборот. Открытие пульсаров с высокой частотой следования импульсов излучения сразу же отмело модели белых карликов. Наблюдение нерегулярностей периода пульсаций излучения (и, следовательно, периода вращения) пульсаров в сочетании с прогрессом теории позволило «проникнуть» в недра нейтронных звезд, а вот что касается моделей магнитосферы и механизмов излучения, то здесь встретились трудности и неясности. В последнее время, однако, замечен прогресс, и вскоре можно надеяться на создание довольно стройной картины.

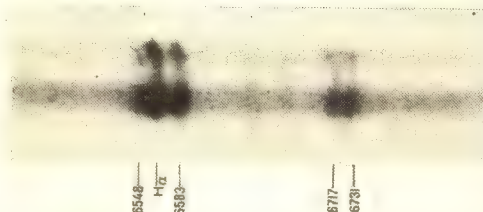
Рентгеновские пульсары в двойных системах служат для анализа задач, более типичных для астрономии, чем для физики. Именно на примере таких пульсаров удается изучать перетекание вещества (аккрецию) и всю эволюцию звезд в двойных системах, включая вспышки Сверхновых.

В последнее время на роль самых экзотических объектов в астрономии выдвинулись черные дыры. Долгое время и не по вполне ясным причинам черные дыры не привлекали к себе особого внимания. Можно, конечно, считать, что «времени не созрело» или «руки не дошли», но этого недостаточно. Одной из уважительных причин могло быть непонимание того, что при учете аккреции (падения) вещества на черную дыру она может быть в принципе обнару-

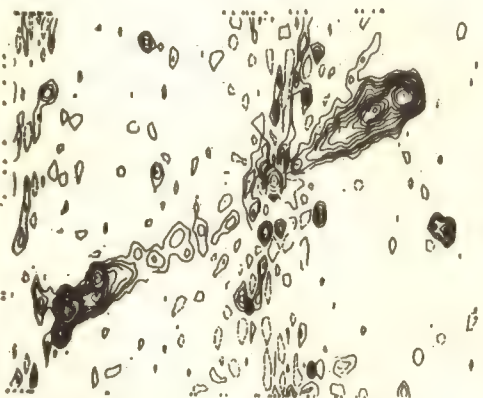
1



2



3



Огромные успехи в изучении Вселенной, которыми отмечены последние десятилетия, в значительной мере обусловлены совершенством приборов и методов наблюдательной астрономии. На новую ступень подняли оптическую астрономию гигантские телескопы, такие, как мировой рекордсмен ВТА, телескоп с шестиметровым зеркалом, построенный на Северном Кавказе в САО — Специальной астрофизической обсерватории Академии наук СССР. Этот инструмент уже несколько лет используется в таних, в частности, исследованиях, как поиск гравитационных линз или изучение структуры галактик, находящихся от нас на расстояниях в десятки и сотни миллионов световых лет (снимок 1). Совершенствуются классические методы изучения спектров, уже давно ставших основным средством получения информации о движении далеких космиче-

жена по излучению этого падающего вещества.

Изучение черных дыр важно по ряду причин.

Во-первых, и об этом уже упоминалось в разделе 15, вблизи черных дыр гравитационное поле является сильным, а сама возможность их существования — следствие ОТО. В результате обнаружение и исследование черных дыр — важнейший элемент при проверке ОТО и опровержении некоторых альтернативных релятивистских теорий гравитации. Использование в предыдущей фразе слова «опровержение» свидетельствует, конечно, об известной тенденциозности — приверженности автора к ОТО и сомнениям в возможности ее замены для сильных полей какой-то другой теорией. Но все же такие теории существуют, и хотя их непротиворечивость и внутренняя последовательность не всегда доказаны, было бы, как я убежден, неправильно без доказательств принимать, что черные дыры заведомо могут существовать.

Во-вторых, черные дыры оказались вовсе не абсолютно черными в житейском понимании этого слова. В обиходе черным называют тело несветящееся, не излучающее, и сколлапсировавшаяся масса, как это следует из ОТО, действительно ничего не излучает — электромагнитные волны и любые частицы или тела, падающие на черную дыру, «заглатываются» ею, из нее же не выходит ничего. Такие свойства напоминают свойства известной модели черного тела — небольшого отверстия в большой замкнутой полости. Если стенки полости поглощают излучение и (или) являются шероховатыми, то луч света, вошедший в отверстие, практически не имеет шансов выйти наружу. Отверстие будет поэтому выглядеть как абсолютно черное тело в научном понимании этого термина (как тело, поглощающее все падающее на него излучение).

Но, как хорошо известно, если температура абсолютно черного тела отлична от нуля, то от него исходит тепловое излучение, мощность которого пропорциональна четвертой степени температуры и поэтому резко падает с понижением температуры. При абсолютном нуле это излучение прекращается. В рамках ОТО (напомним еще раз, что ОТО мы называем классическую эйнштейновскую теорию гравитации) черная дыра не только все поглощает, но и ничего не излучает, то есть ведет себя как черное тело при температуре абсолютного нуля. Но оказалось (это открытие сделано в 1974 году, разумеется, путем теоретического анализа), что при учете квантовых эффектов чер-

сных объектов и отдельных их фрагментов: доплеровское смещение спектральных линий для тех или иных частей звездной системы (2) говорит о том, в каком направлении они движутся (от наблюдателя или на наблюдателя) и с какой скоростью. Громадных успехов добилась радиоастрономия, зародившаяся всего несколько десятилетий назад, сегодня она позволяет получать столь подробную информацию о «тонкой структуре» звездных систем, которую никакими иными способами получить не удалось бы (3). Рекордное для астрофизических приборов разрешение — десятки доли угловой



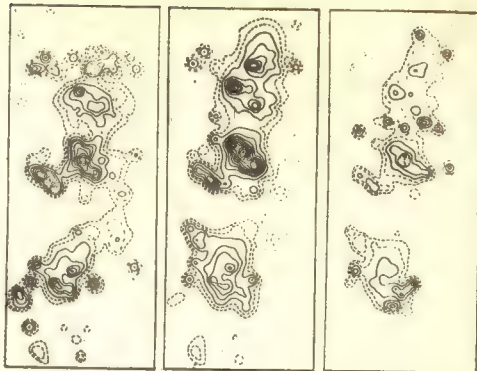
ные дыры излучают как черное тело с температурой, отличной от нуля.

Температура черных дыр со звездными массами ничтожна (так, для черной дыры с массой  $M \approx 2 \cdot 10^{33}$  г, то есть с массой Солнца, она около  $10^7$  К), и черная дыра может считаться классической, неизлучающей. В принципе могут, однако, существовать и черные мини-дыры, для которых излучение велико или даже очень велико. Например, черная дыра с массой порядка  $2 \cdot 10^{15}$  г (это в миллиард миллиардов раз меньше, чем у Солнца, а все же не так уж мало — 2 миллиарда тонн!) может полностью испариться за 10 миллиардов лет.

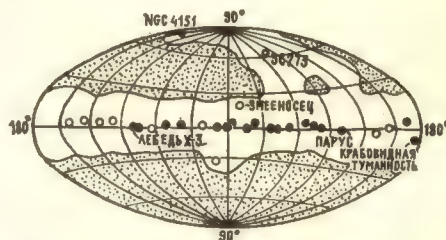
Путей для образования мини-дыр в нашу эпоху не видно, но они могли бы в принципе возникать на ранних стадиях космологической эволюции. Такие реликтовые мини-дыры с массой менее  $10^{15}$  г к нашей эпохе уже распались бы, но дыры с несколько большей массой могли бы сейчас наблюдаться в стадии более или менее бурного «испарения». Поиски таких объектов уже проводились и, вероятно, проводятся, но пока безуспешно. Отсутствие какого-либо явления иногда трудно однозначно интерпретировать. Конкретно, если «испарение» (излучение) мини-дыр не будет обнаружено, это можно объяснить не несправедливостью ОТО, а просто тем, что они в свое время не образовались.

В-третьих, черные дыры звездных и еще больших масс могут иметь первостепенное астрономическое значение. Холодная звезда с массой больше 2—3 масс Солнца в случае справедливости ОТО не может находиться в равновесии (в виде белого карлика или нейтронной звезды) и должна коллапсировать, превращаясь в черную дыру. В этой связи, казалось бы, звезды — черные дыры — должны встречаться довольно часто. Их можно заметить в принципе по двум эффектам. Гравитационное поле черной дыры на больших расстояниях такое же, как и у обычных звезд, и, следовательно, в двойной системе она влияет на движение второй звезды. Кроме того, газ, втягиваемый черной дырой, до того как упасть и поглотиться ею, образует вращающийся диск или, во всяком случае, не сразу падает внутрь черной дыры. Такая нагретая и, вероятно, намагниченная плазма, окружаю-

миллисекунды — дало объединение в единую систему нескольких радиотелескопов, расположенных на разных континентах, создание межконтинентального радиоинтерферометра. Предложенная в свое время советскими астрофизиками методика создания такого «радиотелескопа размером с земной шар», принятая сейчас во всем мире, позволяет изучать структуру квазаров, находящихся на расстояниях в миллиарды световых лет, а также следить за быстрыми изменениями структуры объектов (4). Астрономия из чисто оптической становится всеволновой, и этот процесс, начавшийся с появления радиоастрономии, продолжается. Сегодня достаточно подробно изучено рентгеновское небо, найдено немало источников гамма-излучения (5) и уже готовится аппаратура для принципиально новых методов получения астрофизической информации. Так, глубоко под землей, под горным массивом вступила в строй первая



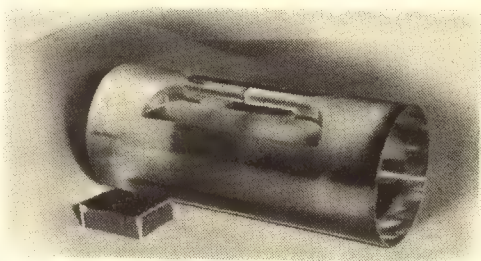
4



5



6



7

очередь Бансанской обсерватории, крупнейшего в мире комплекса нейтринной астрофизики (6). А в нескольких физических лабораториях мира, в частности на физическом факультете Московского государственного университета, создаются резонаторы для гравитационных антенн (7) и разрабатываются методы регистрации сверхмалых механических перемещений, которые, возможно, позволят улавливать гравитационные волны, рождающиеся при больших космических катастрофах, и тем самым открывают для астрофизиков совершенно новый канал получения информации о жизни далеких миров.



шая черную дыру, может быть замечена по ее излучению.

Итак, заметить черные дыры можно, но до сих пор, несмотря на уже многолетние (точнее примерно десятилетние) усилия, этого надежно сделать не удалось. Имеется, правда, неплохой кандидат в черные дыры — рентгеновский источник Лебедь X — I. Наблюдения не противоречат гипотезе о черной дыре, но доказательства все же нет, и имеются альтернативные объяснения наблюдаемой картины. Создается впечатление, что среди звезд черные дыры, во всяком случае, редкость. Если это так, а ОТО справедлива, то объяснение нужно искать в механизме образования черных дыр.

Звезда может окончить свой жизненный путь одним из четырех способов: взорваться без остатка, превратиться в белый карлик, превратиться в нейтронную звезду и, наконец, стать черной дырой. Возможно, и некоторые известные из литературы расчеты подкрепляют это предположение, что конечное состояние в форме черной дыры достигается лишь при редком стечении условий и параметров.

Помимо черных дыр со звездными массами — до сотни масс Солнца, — неоднократно обсуждался вопрос о массивных и сверхмассивных черных дырах. Куда их только не помещали: в шаровые скопления, в ядра нормальных галактик, в ядра активных галактик и квазаров. Появилось у нас даже прозвище «чернодырочник» для соответствующих энтузиастов. Сам не знаю, почему, но я не являюсь «чернодырочником», может быть, в результате отрицательной реакции на увлечение других и участия в попытках обойтись без черных дыр, по крайней мере в некоторых случаях. Но такая позиция все же отнюдь не тождественна с встречающимся «непризнанием» черных дыр, тенденцией считать их нежелательным следствием ОТО и т. п. Против, гравитационный коллапс и черные дыры представляются одним из интереснейших и самых красивых (такая терминология, конечно, отнюдь не противопоказана физике) следствий ОТО. Я лишь являюсь сторонником известной осторожности в этом вопросе, и пока что такой подход оказался оправданным. Нет массивных черных дыр в центре шаровых скоплений, и, вероятно, нет их и во многих галактиках. О квазарах же и активных галактических ядрах речь пойдет в следующем разделе.

Если назвать, как поступили бы многие, астрономической проблемой № 1 космологическую проблему, то справедливо под № 2 поставить проблему черных дыр.

## 19. Квазары и ядра галактик. Образование галактик

Квазары были открыты в 1963 году, если иметь в виду измерение красного смещения в их спектре (уменьшение частоты видимых спектральных линий за счет эффекта Доплера, то есть их сдвиг в сторону красного, что свидетельствует об удалении объекта), а конкретно в спектре квазара 3C 273. То есть квазары были открыты на 4—5 лет

раньше, чем пульсары. Но если природа пульсаров оказалась вскоре выясненной, то о квазарах этого не скажешь. Правда, высказывавшиеся на первых порах (и это длилось немало лет) гипотезы о какой-то совсем необычайной природе квазаров сейчас уже не встречаются (или почти не встречаются) на страницах научной литературы. Это целиком относится к предположению о том, что очень сильное красное смещение связано не с доплеровским эффектом, а имеет какое-то иное происхождение, и поэтому неверно вычислены с учетом этого смещения огромные расстояния до квазаров — миллиарды световых лет.

Квазаров (квазизвездных радиоисточников — QSR) известно уже порядка 400, и они считаются подклассом значительно более многочисленного семейства квазизвездных объектов (QSO) и активных ядер, наблюдающихся в ряде галактик. Складывается впечатление, что мы имеем дело с одним явлением — образованием в центре Галактики, то есть в совокупности большого количества звезд и газа, сравнительно небольшого по размеру, но гигантского по массе ядра. Размер ядра порядка  $10^{16}$ — $10^{17}$  см (напомним, что диаметр земной орбиты — около  $3 \cdot 10^{13}$  см). Его масса достигает  $10^8$ — $10^9$  масс Солнца, это всего лишь в 100—1000 раз меньше, чем масса всей нашей Галактики. Образование такого ядра в центре Галактики, если она достаточно медленно вращается, представляется естественным: газ и звезды «стекают» в глубокую потенциальную яму.

Гравитационное сжатие большой массы сопровождается, естественно, выделением большого количества гравитационной энергии, достигающим, например,  $10^{61}$  эрг, что примерно в  $10^{10}$  раз больше, чем выделило наше Солнце за всю свою жизнь. Светимость известных квазаров достигает  $10^{48}$  эрг/с, и это самая большая светимость, наблюдающаяся в природе, она в 10 тысяч раз больше, чем светимость всей нашей Галактики (порядка  $10^{44}$  эрг/с). Можно подсчитать, что энергии  $10^{61}$  эрг хватит для поддержания даже столь гигантской светимости в течение сотен тысяч лет. Помимо радио- и в основном инфракрасного и видимого излучения, по крайней мере некоторые квазары являются источниками мощного рентгеновского излучения. Так, из [1] квазаров, обследованных космической рентгеновской обсерваторией «Эйнштейн», 35 квазаров оказались также излучающими в рентгеновской области со светимостью  $10^{43}$ — $10^{47}$  эрг/с. При этом у квазара 3C 273 рентгеновская светимость  $10^{46}$  эрг/с, а кроме того, у этого квазара (и пока только у него) известна и гамма-светимость, достигающая  $2 \cdot 10^{46}$  эрг/с. Такие огромные светимости в жесткой части спектра весьма многозначительны, о чем будет сказано дальше — в разделе 20.

Что представляет собой излучающее ядро с радиусом  $10^{16}$ — $10^{17}$  см? Сама излучающая область, по-видимому, не находится в каких-то экстраординарных условиях. Здесь много релятивистских частиц (в частности



электронов), высокая плотность излучения, имеется значительное магнитное поле. Синхротронное излучение и обратное комптоновское рассеяние (рассеяние мягких фотонов на релятивистских электронах), а в какой-то мере и тепловое (то есть тормозное) излучение горячей плазмы могут объяснить наблюдаемую картину. Более того, эта картина мало зависит от того, что делается внутри излучающего ядра — в его центре (сердцевине), где находится «машина», приводящая квазар или ядро в действие. Поэтому об излучающем ядре иногда говорят как о «черном ящике». Но что же находится в «черном ящике», какова природа сердцевины квазаров и активных галактических ядер?

На этот вопрос еще нет ответа, и неизвестно, когда он будет получен. Наиболее вероятны две модели ядра: массивная черная дыра и магнитоид или спинар — магнитоплазменная вращающаяся масса (сверхзвезда) без черной дыры в своем центре. Обсуждается также модель плотного скопления звезд, но по ряду причин она менее правдоподобна, чем две предыдущие.

Если считать, что черные дыры могут существовать, то есть если опираться на ОТО (а это действительно наиболее разумно, как здесь уже не раз подчеркивалось), то модель массивной черной дыры в качестве ядра квазаров и активных галактических ядер кажется естественной и привлекательной. Действительно, большие массы оставаться в равновесии неспособны, а черная дыра — это то состояние, в которое большая масса может перейти. Но, с другой стороны, если так рассуждать, то можно было бы ожидать присутствия массивных черных дыр в центре нашей Галактики и многих других галактик. Это, однако, противоречит некоторым наблюдениям и теоретическим соображениям, хотя в целом вопрос остается открытым. Коллапсу «до конца» — до образования массивной черной дыры — препятствует необходимость как-то отдать момент количества движения. Точнее, это обстоятельство замедляет коллапс. Затем в качестве противоборствующих факторов начинают действовать распад, разделение большой массы на отдельные фрагменты, образование тесных двойных звезд и ядерные процессы. В результате мыслима, по-видимому, ситуация, при которой плотная газовая масса разлетается или, во всяком случае, очень долгое время не коллапсирует с образованием массивной черной дыры. Этого достаточно, чтобы подобная задержка в образовании массивных черных дыр составляла несколько миллиардов лет, чтобы их появление в галактиках и квазарах было редкостью или даже чтобы они практически вообще не наблюдались.

Сказанное отнюдь не является решительным возражением против возможности связать активность в квазарах и галактических ядрах с массивными черными дырами. Речь идет лишь о том, что нельзя без дальнейших доказательств принимать такую гипотезу как нечто почти обязательное или даже наиболее вероятное. Проблема состоит

в том, чтобы выяснить природу ядер квазаров и активных галактических ядер путем наблюдений. Определенные, хотя и не блестящие, возможности здесь имеются, в частности, на пути изучения изменений интенсивности излучения. Нужно упомянуть и перспективы, открывающиеся для той же цели на пути развития астрономии нейтрино с высокими энергиями.

При изучении галактик и квазаров имеется еще одна большая проблема: как образуются галактики (включая квазары) и скопления галактик? Сюда примыкают как некоторые космологические вопросы, так и проблема «недостающей массы».

## 20. Происхождение космических лучей и космического гамма- и рентгеновского излучения

Более точное и современное название этого раздела «Астрофизика высоких энергий». Правда, к этой области относится также астрофизика нейтрино с высокими энергиями, но о ней будет особо упомянуто в следующем разделе. Остальная (и основная) часть астрофизики высоких энергий может быть разделена на астрофизику космических лучей, рентгеновскую астрономию и гамма-астрономию.

Без астрофизики высоких энергий представить себе современную астрономию невозможно. Автор занимается этой областью около 30 лет и написал, особенно о происхождении космических лучей, так много, что не находит в себе сил еще раз подробно касаться этой темы и рад, что в настоящей статье можно ограничиться лишь несколькими замечаниями.

Особенно впечатляющим за прошедшее десятилетие был прогресс рентгеновской астрономии. Первый галактический рентгеновский источник был открыт в 1962 году с помощью аппаратуры, поднятой на ракете. Для того чтобы подготовить специальные рентгеновские спутники, понадобилось несколько лет — они полетели в прошлом десятилетии. Известной кульминацией явился запуск в 1978 году космической обсерватории «Эйнштейн». Угловое разрешение находящегося на ней рентгеновского телескопа составляет секунды дуги, то есть приближается к угловому разрешению лучших наземных оптических телескопов. Уже получено так много результатов и такого качества, что рентгеновскую астрономию можно считать вышедшей в целом на уровень оптической и радиоастрономии.

Наблюдения в различных диапазонах огню не дублируют друг друга. «Радионебо», небо в оптике и «рентгеновское небо» во многом совсем не похожи, разве что Солнце «видно» на всех этих волнах. В этой связи достижения рентгеновской астрономии нельзя свести к нескольким открытиям. Но все же выделим два из них. Первое — обнаружение мощных «рентгеновских звезд» — тесных двойных звезд, включая рентгеновские пульсары. Второе — обнаружение рентгеновских всплесков, их источники получили название «барстеры». По-видимому, мы имеем здесь дело в первую оче-



редь с рентгеновским излучением, образующимся вблизи поверхности или на поверхности нейтронных звезд при резком увеличении падающего на них количества плазмы и в результате термоядерного «горения» аккрецированного вещества.

Наблюдательная гамма-астрономия родилась практически в прошлом десятилетии. Ее успехи пока еще значительно скромнее, чем в случае рентгеновской астрономии. Имеются, однако, все основания полагать, что в текущем десятилетии гамма-астрономия по своему значению в основном догонит радио-, оптическую и рентгеновскую астрономию. Ряд результатов уже получен, причем в разных частях огромного гамма-спектра — от энергии квантов, измеряемой сотнями кэВ до энергий  $10^8$ — $10^9$  кэВ [12].

Кстати, еще до наблюдения всплесков рентгеновского излучения были обнаружены гамма-всплески. Их природа до последнего времени оставалась неизвестной, и лишь недавно стало, по-видимому, в достаточной степени ясно, что гамма-всплески образуются в Галактике и как-то связаны со звездами, в первую очередь или даже исключительно с нейтронными звездами. Особо следует упомянуть мощный и своеобразный гамма-всплеск, зарегистрированный 5 марта 1979 года. Быть может, источником этого всплеска является остаток Сверхновой (видимо, нейтронная звезда), вспыхнувший в Большом Магеллановом облаке.

Проблема происхождения космических лучей возникла, собственно, одновременно с их открытием в 1912 году. Но по ряду причин вряд ли уместно говорить о существовании астрофизики космических лучей до 1951 года. За 30 лет много сделано, но еще 10 лет назад в статье [1] приходилось подчеркивать неясность в главном вопросе — в выборе модели происхождения основной части космических лучей, наблюдаемых у Земли. Так, не удавалось достаточно надежно доказать справедливость отстаиваемой автором галактической модели, которая в самом общем виде выглядит так: космические лучи, регистрируемые на Земле, рождаются в нашей Галактике, но концентрируются не в самом ее диске, а в некоторой охватывающей его центральную часть сфероподобной области — гало — с характерными размерами 10 килопарсек, это примерно треть диаметра Галактики. Сейчас, по моему убеждению, выбор в пользу этой модели можно сделать вполне надежно: обнаружение радиогало в наблюдаемых «с ребра» галактиках NGC 4631 и NGC 891, а также другие данные не оставляют сомнений в существовании «гало космических лучей» вокруг нашей Галактики. Другое важное достижение — обнаруженное (пусть и требующее еще уточнения) методом гамма-астрономии падение интенсивности космических лучей к периферии Галактики.

Десять лет назад в статье [1] проблемы, фигурирующие в заглавии настоящего раздела, были уже, локальнее, конкретнее. Сейчас же, упоминая об астрофизике высоких энергий, не приходится, конечно, говорить об одной или даже трех проблемах,

и эта область в современном списке «особенно важных и интересных проблем» вполне могла бы быть представлена более широко.

## 21. Нейтринная астрономия

В области нейтринной астрономии за десять лет, если говорить об экспериментальных результатах, мало что произошло. Предпринимаемые уже ряд лет попытки детектировать солнечные нейтрино, используя хлор-аргоновый (или, проще говоря, хлорный) детектор, долго не приводили к положительным результатам. Лишь последние данные свидетельствуют о наличии солнечных нейтрино.

Правда, и сейчас еще расчетные величины остаются примерно в 3—4 раза больше наблюдаемых. Но должен признаться (или даже покаяться), что подобное расхождение на меня не производило и не производит впечатления, учитывая, сколь трудно точно рассчитать поток от Солнца нейтрино с энергией больше 0,81 МэВ (а именно их регистрирует хлор-аргоновый детектор), испускаемых в основном при распаде ядра бора-8. Поток таких нейтрино весьма чувствителен к температуре в центре Солнца и вообще к выбору солнечных моделей. Правда, осцилляции нейтрино (превращение одного вида нейтрино в другой, в частности на пути от Солнца к Земле), столь много обсуждаемые в последнее время, могли бы в определенных условиях объяснить наблюдаемое на опыте уменьшение потока нейтрино в три раза по сравнению с вычисленной величиной. Но делать отсюда вывод, что расхождение между теорией и опытом обусловлено именно осцилляциями нейтрино, было бы совершенно преждевременно.

Проблема солнечных нейтрино может быть, по-видимому, в значительной мере решена в результате дальнейших измерений с хлорным детектором, но необходимо провести измерения и с помощью других детекторов, в первую очередь и особенно с помощью галлиевого. Этот последний детектирует нейтрино с энергией, превышающей всего 0,23 МэВ, и поэтому галлиевый детектор сможет регистрировать основную часть испускаемых Солнцем нейтрино, обладающих энергией до 0,42 МэВ, и поэтому «не замечаемых» хлорным детектором.

Зарождение нейтринной астрономии — большое событие, поскольку прием нейтрино — это единственный способ получения информации из центральных областей звезд. Правда, надеяться на прием нейтрино от обычных звезд в обозримое время не приходится. Но вспышки Сверхновых и образование нейтронных звезд (нет уверенности, что этот процесс всегда сопровождается заметной вспышкой) могут порождать мощные потоки нейтрино. Подобные потоки доступны наблюдениям, и уже работают несколько пригодных для этой цели подземных нейтринных телескопов. Исключительно важно было бы зарегистрировать нейтрино космологического происхождения — образовавшиеся на ранней стадии эволюции Вселенной, но пока не видно реальных путей для решения такой задачи.



Наконец, все большее внимание в последние годы привлекает к себе нейтринная астрономия высоких энергий. Нейтрино с энергией более сотни МэВ и тем более много ГэВ создаются практически лишь протонно-ядерной компонентой космических лучей. В этом отношении они аналогичны гамма-лучам от распада пи-ноль-мезонов. Существуют проекты, осуществление которых позволит, вероятно, регистрировать нейтрино высоких энергий от квазаров и активных галактических ядер. Именно на таком пути, быть может, удастся выяснить, является сердцевина (кern) квазара массивной черной дырой или магнитоидом.

Десятилетия оказалось недостаточно для становления нейтринной астрономии. Но стоящие задачи в экспериментальном отношении столь сложны, что этому вряд ли нужно удивляться. Еще через 10 лет, вероятно, ситуация будет уже иной. Впрочем, как мне кажется, расцвета нейтринная астрономия достигнет не ранее конца столетия.

### Заключительные замечания

Перед мысленным взором автора и, надеюсь, читателей прошло, промелькнуло десятилетие, наполненное напряженным трудом физиков и астрономов. Десять лет — это много для человека. Для молодого — потому, что десять лет назад он, быть может, еще не был взрослым. Для пожилого человека десятилетие в науке — это тоже много, но по совсем другой причине — его шансы еще долго участвовать в развитии науки или хотя бы следить за таким развитием становятся все меньше и меньше. Если же отвлечься от субъективного восприятия времени и его течения, то десятилетие в науке — срок не столь уж большой. Вспомним, что частной (специальной) теории относительности уже около 75 лет, общей теории относительности — 65 лет, квантовой механике — 55 лет, но и сегодня еще продолжается разработка этих фундаментальных теорий, или по крайней мере их развитие применительно к многим конкретным физическим проблемам. Сверхпроводимость была открыта в 1911 году, а космические лучи — в 1912 году, но обе эти проблемы — сверхпроводимость и космические лучи — находятся в центре внимания, ими занимаются гораздо больше людей, чем в первые два-три десятилетия после открытия. Таким образом, временной масштаб в современной физике больше длительности активной человеческой жизни, не говоря уже о десятилетиях. Добавим, что сложность некоторых современных экспериментальных установок (ускорители, космические обсерватории, наземные оптические и радиотелескопы и др.) такова, что от начала их проектирования до запуска тоже нередко проходит около десяти — пятнадцати лет.

В силу сказанного представляется довольно естественным, что за десятилетие, отделяющее статью [1] от статьи [2], хотя и выяснилось немало нового, но большинство проблем осталось в первоначальном списке. Правда, в микрофизике произошли значительные изменения, но это, по-видимому,

делает минувшие годы исключительными (впрочем, многие новые идеи появились раньше, например, кварковая гипотеза — в 1963—1964 годах).

Итак, десятилетие в развитии физики и астрофизики — срок не чрезмерно большой, но и позволяющий засвидетельствовать немало нового.

Поэтому, как мне кажется, писать статью [2] в качестве известного продолжения статьи [1] было уместно как раз сейчас — десять лет спустя. А вот следовало ли вообще писать эти статьи? Пусть судят другие. Ограничусь замечанием, что писать обе эти статьи было трудно, но интересно. Физика и астрономия так разрослись, что следить даже за двумя десятками направлений, которые выделены здесь, весьма нелегко. С другой стороны, в каждый данный период можно, так сказать, профессионально, входя в детали, заниматься только одним-двумя вопросами. В этой связи работа над статьями [1] и [2] дает повод ознакомиться, пусть и бегло, с большим и широким по спектру материалом. Узнаешь немало любопытного, деревья не заслоняют леса, видна перспектива на будущее, еще яснее становится широта и в то же время глубокое единство физики, богатство ее содержания. Если эти чувства в какой-то мере разделит часть читателей, то цель статьи уже будет достигнута. К тем же из коллег, кто прочтет статью, но останется в целом или частично неудовлетворенным или даже будет раздражен, позволю себе обратиться с призывом к конструктивной критике. Лучше всего если она сведется к тому, что будут написаны другие статьи, большие или небольшие, в которых те или иные проблемы и вопросы окажутся освещенными иначе, предстанут в ином свете.

### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Гинзбург. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными. УФН, том 103, выпуск 1, январь 1971 г.; адаптированный вариант, «Наука и жизнь» № 2, 1971 г.
2. В. Гинзбург. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (десять лет спустя). УФН, том 134, выпуск 3, июль 1981 г.
3. Е. Велихов. Физика — наука наступающая. «Наука и жизнь» № 11, 1981 г.
4. В. Брагинский. Механический эксперимент в век электроники. «Наука и жизнь» № 5, 1975 г.
5. В. Брагинский. В поисках гравитационных волн. «Наука и жизнь» № 10, 1976 г.
6. Р. Сворень. Как измерить волосок в шевелюре электрона. «Наука и жизнь» № 8, 1980 г.
7. В. Гинзбург. Как устроена Вселенная и как она развивается во времени. «Наука и жизнь» № 1, 2, 3, 1968 г.
8. Я. Зельдович. Нейтронные и коллапсирующие звезды. «Наука и жизнь» № 7, 1981 г.
9. И. Новиков. Гравитация, нейтрино и Вселенная. «Наука и жизнь» № 10, 1980 г.
10. И. Новиков, В. Лукаш. Эхо большого взрыва. «Наука и жизнь» № 7, 1981 г.
11. В. Муханов. Гравитационная линза во Вселенной. «Наука и жизнь» № 5, 1981 г.
12. В. Кирillow-Угрюмов, А. Гальпер. Штрихи невидимой Вселенной. «Наука и жизнь» № 8, 1981 г.

# СДЕЛАНО ОТКРЫТИЕ

## НАЗВАНИЕ ОТКРЫТИЯ

Явление взаимодействия ингибиторов в процессах окисления органических веществ.

## ФОРМУЛА ОТКРЫТИЯ

Установлено неизвестное ранее явление взаимодействия ингибиторов в процессах окисления органических веществ, заключающееся в регенерации более эффективного ингибитора вследствие переноса атома водорода к его радикалу от молекулы менее эффективного ингибитора и лежащее в основе усиления суммарного тормозящего действия ингибиторов (синергизм) при стабилизации органических материалов смесями ингибиторов.

## АВТОРЫ ОТКРЫТИЯ

Эмануэль Н. М., академик АН СССР, З. С. Майзус, доктор химических наук, Г. В. Карпухина, кандидат химических наук.

Открытие сделано в Институте химической физики АН СССР.

Приоритет открытия — май 1963 г., зарегистрировано — в марте 1981 г. Диплом № 232.

## РАБОТАЮТ ХИМИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА

Окисление, соединение с кислородом — один из самых распространенных химических процессов. Человек давно научился использовать его для своих практических нужд, достаточно вспомнить процесс горения, из которого люди с древнейших времен добывают для себя тепло и свет, а в

наши дни еще и производят механическую работу. В то же время окисление приносит нам и много неприятностей. Вспомните коррозию металлов и разнообразные окислительные процессы, из-за которых портятся пищевые продукты, становятся прогорклыми и портятся жиры, гибнут масла и смазки, разрушаются витамины, теряется прочность полимеров, происходят нежелательные изменения лекарственных веществ.

Как правило, окисление углеводов — жиров, кислот, спиртов — кислородом воздуха представляет собой цепную реакцию. Теория цепных химических реакций создана академиком Н. Н. Семеновым, и эта работа в 1956 году была отмечена присуждением ему Нобелевской премии. Фундаментальные исследования в этой области продолжают и развивают ученые школы академика Н. Н. Семенова, в их числе группа исследователей, сделавших открытие, о котором идет речь.

Цепную химическую реакцию, как любой цепной процесс, в том числе и как цепную ядерную реакцию деления, принято сравнивать с лавиной: где-то высоко в горах сорвался камушек, по пути он зацепил нескольких своих соседей, а те, в свою очередь, сдвинули с места другие камни — от одного камня образовался нарастающий каменный поток, лавина.

Нечто похожее происходит в химическом сосуде, где идет процесс окисления.

Первое звено цепной реакции окисления — образование свободного радикала. Само слово «радикал», от латинского «gādix» — «корень», имеет несколько самых разных значений — достаточно вспомнить что, например, в экономике или политике радикалами нередко называют сторонников решительных, коренных преобразований. В химии свободным радикалом называют атом или группу атомов в молекуле, которые имеют так называемые неспаренные электроны и в силу этого обладают высокой химической активностью.

В начале нашего века первыми были открыты так называемые долгоживущие радикалы довольно сложного строения. Свободный радикал метил был обнаружен в газообразной фазе в двадцатых годах, и оказалось, что в этих условиях он живет сотые доли секунды. Участие свободных радикалов в реакциях, протекающих в растворе, в жидкой фазе, не пользовалось популярностью вплоть до конца 30-х годов.

Все возрастающий интерес к химии свободных радикалов начался примерно с середины пятидесятых годов. К этому времени была разработана экспериментальная техника, которая позволила достаточно просто и убедительно обнаруживать даже очень малые концентрации короткоживущих свободных радикалов — это техника ЭПР, электронного парамагнитного резонанса.

Связь между атомами в молекуле образует пара электронов, в случае метана ( $\text{CH}_4$ ), например, каждую из четырех связей образуют один электрон от углерода, другой от водорода. Если одну из связей разорвать симметрично, то есть так, чтобы



каждый из пары электронов остался при «своем» атоме, то получаются два радикала — атомарный водород и остаток метана — метил  $\text{CH}_3$ . Точка над символом углерода как раз и обозначает, что у этого атома есть свободная валентность, есть один неспаренный электрон.

Существование неспаренного электрона превращает радикал в парамагнитную частицу, заставляет его ориентироваться во внешнем магнитном поле — вдоль поля или против поля, — переходы между этими энергетически разными состояниями регистрируются на спектрах ЭПР. Явление электронного парамагнитного резонанса было впервые обнаружено в 1945 году советским физиком Е. К. Завойским.

Именно из-за свободной валентности свободные радикалы обладают высокой химической активностью. Нейтральные молекулы нужно как-то энергетически подготовить, чтобы они вступили в химическую реакцию, например, нужно нагреть вещество или направить на него поток света. А свободный радикал — это «полуфабрикат», уже готовый к реакции, он сразу же легко вступает в химические взаимодействия.

Оказалось, что очень большое количество самых разнообразных химических реакций проходит с участием свободных радикалов. Вот лишь некоторые: термический крекинг нефти, получение различных полимеров и пластмасс, фотохимические реакции, в том числе фотосинтез в растениях, окисление, дыхание.

Если радикал реагирует с исходным веществом, порождая новый радикал, который, в свою очередь, способен вступать в действие, наблюдают цепную реакцию. Этот процесс может продолжаться до тех пор, пока цепь не оборвется, пока радикал каким-нибудь образом не будет удален из системы.

В цепных реакциях окисления обычно участвует радикал перекиси (соединения, содержащего непосредственно связанные между собой два атома кислорода) — именно с него начинается вся цепь.

Зародившись в системе, эти частицы атакуют молекулу исходного соединения, в результате образуется продукт окисления — гидроперекись, а перекислый радикал возрождается (см. рис. 1, 2а, б). Он, в свою очередь, вступает в такую же реакцию с новой молекулой исходного продукта и в этой реакции сам опять возрождается (рис. 2б) — так возникают цепи.

«Простое воспроизводство», когда из одного радикала рождается тоже один радикал, возможно при низких температурах, в этом случае химики говорят о неразветвленной реакции окисления. Продукт реакции — гидроперекись — соединение малоустойчивое, и с повышением температуры оно распадается, образуются новые перекисные радикалы, происходит разветвление цепи (рис. 2в).

Лавину цепного окисления, растущий поток перекисных радикалов можно остановить, если вовремя перехватить зародившиеся радикалы, не допустить развития цепи.

В наши дни химикам известны сотни веществ, которые в самых незначительных концентрациях (до тысячных долей процента) тормозят окисление. Их называют антиоксидантами, стабилизаторами или ингибиторами (от латинского *inhibeo* — «останавливаю», «сдерживаю»). Ингибиторы резко уменьшают скорость цепной реакции самым верным способом — он входит в соприкосновение с радикалом перекиси и блокирует, обезвреживает его.

В результате гибели перекисного радикала на ингибиторе (рис. 2г) образуется неактивный радикал ингибитора. Окисление подавляется тем успешнее, чем активнее ингибитор, чем больше вероятность того, что он прореагирует с перекисными радикалами до того, как они успеют размножиться, продолжить и разветвить цепь реакции.

Из такого упрощенного объяснения можно сделать вывод, что, добавив в продукт достаточно большое количество ингибитора, можно «закрыть» все активные центры окисления, обезвредить все перекисные радикалы, и навсегда остановить окислительный процесс. Однако нельзя забывать, что ингибитор — это химический реагент и введение его в заметных количествах может существенно изменить свойства самого продукта, например, его цвет, растворимость, вкус, наконец, даже сделать продукт токсичным. Пожалуй, основное требование к хорошему ингибитору — он должен активно действовать в малой концентрации.

Что значит действовать активно? Предотвращать лавину цепной реакции, своевременно реагировать с перекисными радикалами, обрывая цепь. Однако ингибитор постепенно «срабатывается», взаимодействие с перекисным радикалом переводит его в неактивное состояние, и в процессе торможения цепной реакции количество «бесспособных» молекул ингибитора уменьшается.

Если судить о ходе реакции по количеству накопившихся продуктов окисления, то сразу видно, как с уменьшением концентрации ингибитора растет количество гидроперекиси. Сначала продуктов окисления мало, реакция идет очень медленно и только высокочувствительные приборы могут ее зарегистрировать. Но через какое-то время скорость окисления резко увеличивается, концентрация перекиси нарастает лавинообразно. Время после начала реакции, в течение которого накапливаются ощутимые количества перекиси, называют периодом индукции или временем торможения. Действие ингибитора (стабилизатора), как правило, сводится к удлинению периода индукции.

На рисунке 3 кривая 1 иллюстрирует действие активного ингибитора из класса аминов, а кривая 2 показывает, что другой ингибитор, относящийся к фенолам, дольше удерживает «натиск» перекисных радикалов — у него больше период индукции. Ингибиторы класса фенолов обычно химически менее активны, чем амины, и для простоты дальше будем называть такие разные ингибиторы «малоактивными» и «активными». Конечно же, может показаться странным, что у малоактивного ингибитора вре-



мя индукции больше, чем у активного, то есть малоактивный ингибитор дольше сдерживает лавину окисления. Дело здесь в том, что активный ингибитор растрачивается не только на нейтрализацию перекисных радикалов. Как правило, ингибиторы этого класса именно в силу своей активности вступают в побочные реакции.

Практикам часто приходится использовать разные смеси ингибиторов по самым разным соображениям: учитывают их растворимость, совместимость с другими продуктами реакции, токсичность, экономику производства. Объединив активный и малоактивный ингибиторы, можно ожидать следующего. Оба ингибитора работают по одному механизму — обезвреживают перекисный радикал. Разница в активности должна привести к конкуренции между ними: активный ингибитор должен захватывать большую долю радикалов (у него больше вероятность прореагировать), значит, сам он быстрее выйдет из строя, быстрее сработается. Таковы были предположения, основанные на правилах химической кинетики (см. рис. 3, кривая 3'', рис. 4, кривая А).

Ученые Сектора кинетики химических и биологических процессов ИХФ АН СССР, изучая через тормозящее действие смеси ингибиторов, обнаружили совсем обратное. Активный ингибитор практически не расходовался (рис. 4, кривая Б), а количество малоактивного уменьшалось с заметной скоростью (средняя кривая). На первый взгляд можно было решить, что при действии смеси нарушается закон конкурирующих реакций, что перекисные радикалы захватывают малоактивный ингибитор.

Проведенные исследования позволили объяснить механизм происходящего. Оказалось, что в смеси ингибиторы реагируют не только с перекисными радикалами, но они еще вступают в реакцию друг с другом. Как и предполагается, сначала активный ингибитор  $\text{In}_1\text{H}$  (амин) захватывает перекисный радикал, обрывает цепь окисления, а сам превращается в радикал  $\text{I In}_1$ . Вот тут-то на помощь приходит малоактивный ингибитор  $\text{In}_2\text{H}$  (фенол), он отдает радикалу амина атом водорода и тем самым возвращает ему активность, активный ингибитор регенерируется (рис. 2д). Кроме того, в результате взаимодействия ингибиторов устраняются побочные реакции активного ингибитора.

Итак, при использовании смеси ингибиторов их тормозящее действие оказывается намного более эффективным, чем у лучшего из них (рис. 3, кривые 3 и 3').

Это загадочное усиление эффектов торможения лавины, возникающее при взаимодействии ингибиторов, относится к классу синергических процессов. Само понятие «синергизм» было введено 100 лет назад физиологами; при исследовании мышечной системы человека рассматривали две группы мышц, противодействующие — антагонисты, и действующие в одном направлении — синергисты.

Эффективное действие смеси ингибиторов (синергизм) известно в химии уже не-

сколько десятков лет и широко используется практиками. Однако именно открытое в Институте химической физики явление позволило разгадать причины такой эффективности, выяснить тонкие механизмы подавления окислительных реакций, дало возможность целенаправленно подбирать смеси ингибиторов.

Взаимное усиление двух ингибиторов (синергизм) связано с регенерацией наиболее активного ингибитора. Вспомним, что, прореагировав с радикалом перекиси, ингибитор теряет активность. Как раз на этой стадии приходит на помощь малоактивный компонент смеси, например, ингибитор из класса фенолов, именно он возвращает в строй активный ингибитор, регенерирует его. Учитывая, что реакция между ингибиторами проходит по радикальному механизму, теория кинетических процессов показывает условия, при которых эффект усиления будет максимальным. Исследования показали, что явления синергизма характерны для взаимодействия ингибиторов различной химической природы — ароматических, аминов, производных фенола, соединений, содержащих серу.

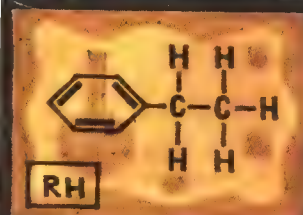
Изучение механизма химических процессов через их кинетику, через ход реакций во времени оказалось одним из самых перспективных направлений современной химии и биохимии.

Проблемы окислительных процессов и действия антиоксидантов (ингибиторов окисления) в живом организме сейчас занимают не только химиков или биологов, ими уже заняты вплотную фармакологи и медики, например, те, кто связан с онкологией. В последние годы в биологии и медицине проводятся интенсивные исследования роли свободных радикалов в норме и при развитии некоторых патологических состояний. С одной стороны, установлено, что при лучевом поражении, при развитии раковых опухолей, при некоторых вирусных заболеваниях, при стрессовых воздействиях на организм происходят сдвиги в концентрации свободных радикалов в тканях и клетках. С другой стороны, эксперименты показали, что ингибиторы свободнорадикальных процессов могут быть хорошими лекарственными препаратами.

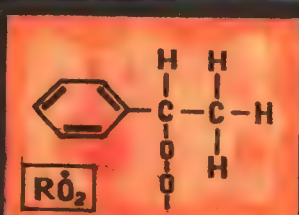
Фундаментальные работы, проводившиеся под руководством академика Н. М. Эмануэля в Секторе кинетики химических и биохимических процессов Института химической физики АН СССР, привели к созданию противоопухолевого препарата дибунула. Он захватывает химические активные свободные радикалы и в некоторых случаях сильно тормозит рост опухоли.

Препарат этот прошел клинические испытания и уже используется в медицинской практике. В борьбе с раком медики сейчас широко используют метод полихимиотерапии — они комбинируют различные лекарственные препараты. Очевидно, именно кинетический подход к взаимодействию этих препаратов открывает путь к поиску оптимума — использованию минимальных доз препаратов для максимального эффекта.

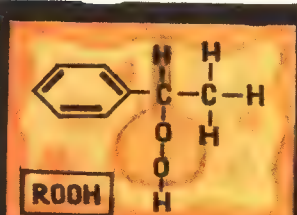




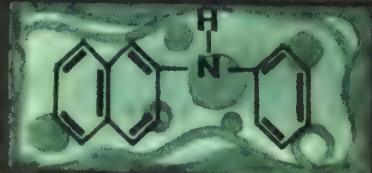
ИСХОДНЫЙ ПРОДУКТ



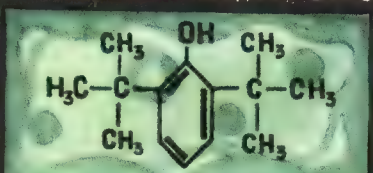
ПЕРЕКИСНЫЙ РАДИКАЛ



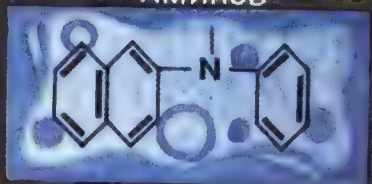
ГИДРОПЕРЕКИСЬ  
ПРОДУКТ ОКИСЛЕНИЯ



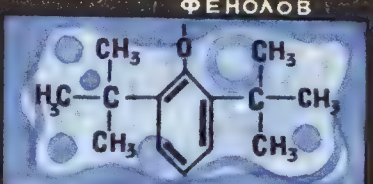
АКТИВНЫЙ ИНГИБИТОР КЛАССА  
АМИНОВ



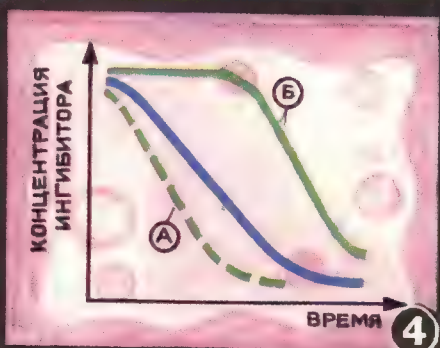
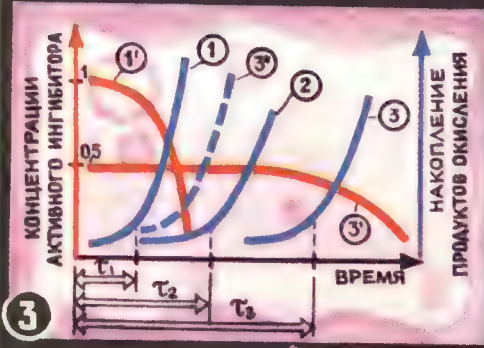
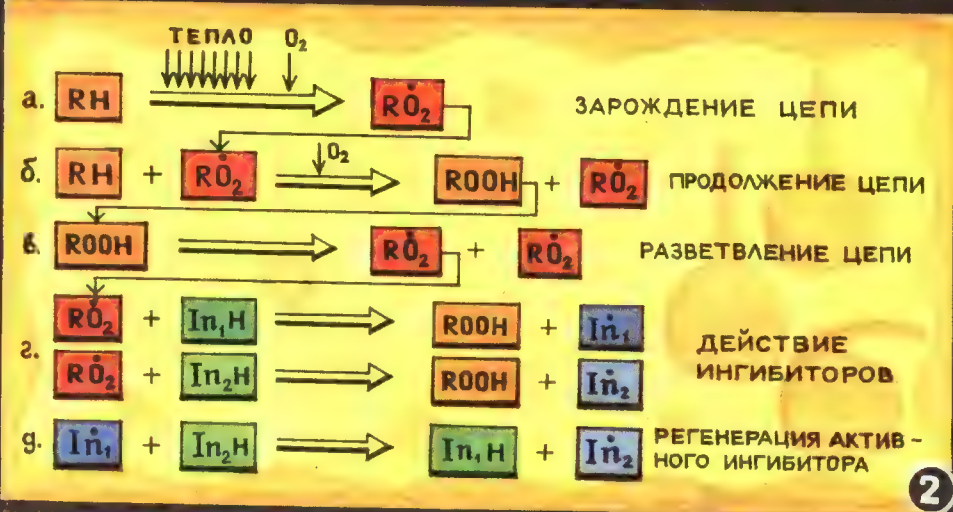
МАЛОАКТИВНЫЙ ИНГИБИТОР КЛАССА  
ФЕНОЛОВ



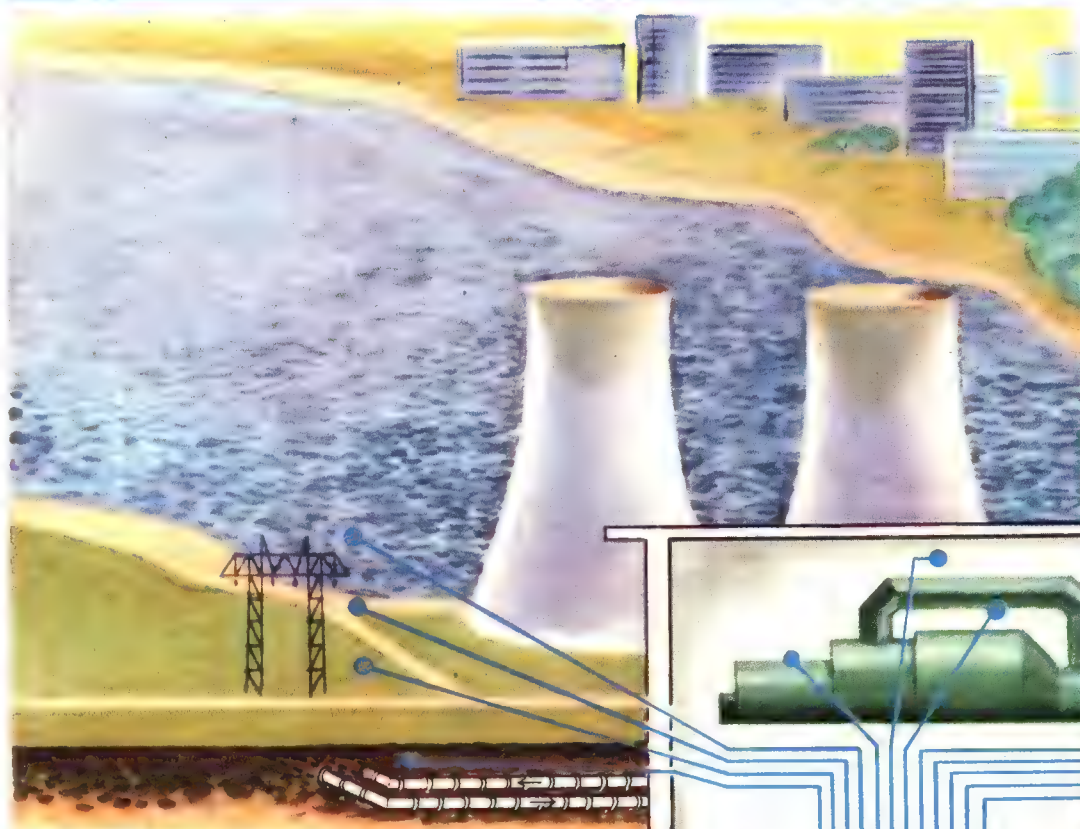
РАДИКАЛ АКТИВНОГО ИНГИБИТОРА



РАДИКАЛ МАЛОАКТИВНОГО ИНГИБИТОРА



# АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА:



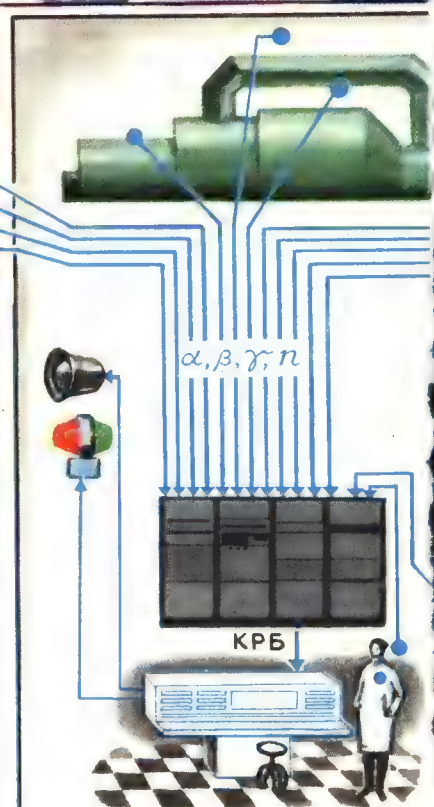
- — датчики приборов    — сигналы датчиков  
 — — — — — управляющие сигналы

**Система управления и защиты реактора (СУЗ):** непрерывно измеряет физическую и тепловую мощности реактора, пропорциональные потоку нейтронов и температуре внутри него; ограничивает мощность или останавливает реактор с помощью регулирующих стержней.

**Система контроля герметичности оболочек твэлов (КГО):** измеряет потоки нейтронов и гамма-квантов от теплоносителя; устанавливает места нарушения герметичности.

**Система внутриреакторного контроля (ВРК):** определяет энерговыделение, энергонапряженность, количество выгоревшего топлива; поддерживает равномерное выгорание топлива по всему объему реактора.

**Система контроля радиационной безопасности (КРБ):** следит за герметичностью трубопроводов, теплообменников, парогенераторов, технологического оборудования; проверяет степень облучения персонала, радиационную обстановку на станции и вне ее (воздуха, сбрасываемой воды, почвы, растительности).





восьми-, так и десятимесячных. При прослушивании франко-китайских пар результаты оказались хуже: 70 процентов восьмимесячных детей идентифицированы правильно, а вот среди десятимесячных удалось верно определить национальную принадлежность только у тридцати процентов. Группа китайцев пришла к тем же результатам: как и французы, они на 70 процентов правильно определяют «своих» восьмимесячных детей, но в основном путают десятимесячных китайцев с французами. Действительно, специалисты считают, что по фонетике и характеру интонаций арабский язык сильнее отличается от французского, чем китайский.

Эти опыты доказывают, что грудные дети уже обладают необходимыми способностями для усвоения фонетических параметров, которые характерны для каждого языка.

Recherche  
№ 129, 1982.



## ГОВОРЯЩИЕ ЧАСЫ

Канадское отделение японской электронной фирмы «Шарп» выпустило «говорящий брегет» — наручные электронные часы со встроенным синтезатором речи. При нажатии на кнопку часы четко произносят час и минуту, те же данные постоянно отображаются на табло из жидких кристаллов.

New equipment news  
октябрь 1981.



## СПЕРВА ИЗМЕРИТЬ, ПОТОМ СОЛИТЬ

Размолотая каменная соль все еще остается незаменимым средством для борьбы с гололедом на дорогах, хотя всем известны ее недостатки: раствор соли разъедает металлические детали автомобилей и нашу обувь, просачивается в грунтовые воды, отравляет городскую зелень...

Чтобы прибегать к этому средству как можно реже и в дозах не слишком больших, в Швейцарии и ФРГ начат выпуск портативного прибора, определяющего, сколько соли уже есть на дороге и сколько можно еще добавить.

Hobby № 2, 1982.

## КАК ЗВУЧИТ БЕТОН

На традиционной международной выставке изобретений в Женеве серебряной медалью был отмечен новый метод неразрушающего контроля бетонных изделий, разработанный группой специалистов из Бухарестского института стройматериалов и экономики строительства под руководством инженера И. Фэкоару.

Каждый видел, как в магазине проверяют фарфор при продаже. Продавщица слегка ударяет по чашке: если звук чистый, значит, трещин нет. По бетонной балке, шпале, опоре ударяют специальным бойком, а звук улавливается микрофоном и наглядно отображается на экране осциллографа. Пусть он не так мелодичен, как звон фарфоровой чашки, но зато форма кривой на экране позволяет тут же судить о качестве детали.

Flacara № 2, 1982.

## ЦИФРЫ И ФАКТЫ

■ Группе сотрудников ВОЗ впервые удалось получить сыворотку для прививок против проказы. Ее делают из крови американского броненосца — единственного животного, восприимчивого к проказе. Для получения устойчивого иммунитета достаточно одной-двух прививок.

■ В США подведены итоги переписи населения, состоявшейся в 1980 году. Сейчас впервые за всю историю страны сельское население растет быстрее городского.

■ В ходе археологических раскопок в Грэдинеле (Румыния) обнаружена небольшая деревянная чаша с орнаментом. Ее возраст — 7000 лет, это, видимо, самое древнее произведение прикладного искусства из дерева, найденное в Европе.

■ Бельгиец В. Кордье предложил вводить в пластмассу, из которой делают трубки телефонов-автоматов, медленно испаряющиеся антисептики. Это сделает невозможной передачу инфекций через трубку.

■ Стремление экономить подорожавшее топливо привело к тому, что в 1981 году в Великобритании было продано рекордное количество двухколесных моторных средств транспорта — мотоциклов, мопедов, мотороллеров — 275 тысяч.

■ Из каждых 8 тысяч разработанных в мире лекарственных средств выдерживает испытания и доходит до применения в клинике лишь одно. На разработку лекарства в среднем уходит 8—12 лет.

■ 16% всех электронных калькуляторов, выпущенных в прошлом году в Японии, питаются током от встроенной в корпус солнечной батареи.

■ Около года назад было зарегистрировано пятимиллионное из известных химических соединений. Им стал новый растительный алкалоид, названный грандирубрином.



# СЛЕДЫ ЛЕДОВЫХ КАТАСТРОФ

Антарктида. Современные гигантские ледники.



Во многих районах нашей страны слои горных пород хранят память о былых ледовых катастрофах. Эти явления в последние годы успешно изучаются советскими геологами, сотрудниками институтов АН СССР и союзных республик Украины, Литвы, Латвии, Эстонии. Значительный вклад в эти работы внесли ученые Белоруссии, сочетающие теоретические исследования с решением важных народнохозяйственных задач.

Р. БАЛАНДИН, геолог.

*Поныне тьма каменьея стопудовых  
Валяется. Кем брошены они?*

Гете.

## ОБМАНЧИВАЯ ВНЕШНОСТЬ

Когда едешь по равнинной, лишь местами чуть всхолмленной Белоруссии, трудно представить, что здесь, подчас у самой поверхности земли, сохраняются зримые следы мощных геологических катастроф. Эти следы застыли, окаменели, частично стерлись...

Чтобы яснее представить себе, о чем идет речь, давайте перенесемся в Альпы и на четыреста лет в прошлое. Насколько мне известно, только там и только тогда люди наблюдали подобное явление. И не просто наблюдали, но и сразу записали обо всем, что произошло. Сделал это Ханс Ребман, поэт и настоятель церкви в горной местности близ ледников Гриндельвальда:

«На склоне этой горы (гора Эйгер)... некогда возвышалась часовня — место палом-

ничества. Огромный ледник (Нижний Гриндельвальд) теперь навис там. Он полностью покрыл это место. Пришлось отодвинуть дома. Ледник подтолкнул и продвинул вперед себя — о чудо! — поле, деревья, дома».

Как такое произошло в Альпах, где с горных вершин белыми языками тянутся в долины ледники, понять не трудно. Но в равнинной Белоруссии тоже встречаются гигантские глыбы горных пород, сорванные и передвинутые на многие километры от мест своего первоначального залегания. Таких глыб немало, и нередко это — «о чудо!» — целые холмы или даже гряды холмов.

Подобные явления отмечены не только в Белоруссии, но и во многих районах Северной Европы и Северной Америки. Ученые давно обратили внимание на странное нагромождение перемятых слоев горных пород у города Канева на Днепре. Оказалось, что стокилометровый Новоторжско-Вышневолоцкий вал в Калининской области состоит из огромных глыб — крупных и мелких холмов, перенесенных сюда из более северных мест.

Мы хотим особо подробно рассказать об этом явлении на примере Белоруссии



наука. вести с переднего края



потому, что здесь оно активно изучается группой белорусских ученых, сотрудников научно-исследовательских институтов Белорусской Академии наук. Результаты этих научных работ находят широкий выход в практику, успешно используются на службе народному хозяйству.

## В ПОИСКАХ СЫРЬЯ

Лет пятьдесят назад в одном из районов Западной Белоруссии обнаружили полузасыпанные ямы, которые были искусственно пробиты здесь в слое писчего мела еще в незапамятные времена, четыре — четыре с половиной тысячи лет назад.

В ямах нашли обломки костей, оленьи рога — орудия, которыми древние жители долбили эти ямы. Здесь добывали желваки, округлые образования кремня, содержащиеся в писчем меле и служившие в те времена хорошим сырьем для производства каменных орудий.

Недавно в этом же районе вновь развернулись горные работы. Их ведут, конечно, современными методами, а полезным ископаемым служит мел. Когда глубина карьеров достигла 15 метров, сюда в поисках древнейших выработок приезжали археологи. Их заинтересовала открывшаяся картина.

На ослепительно белой стене мелового карьера проглядывали более темные «узоры» — очертания засыпанных древних ям-шахт, тянущихся в сторону сгущения кремневых конкреций.

Геологи обратили особое внимание совсем на другое обстоятельство. Пласты писчего мела — наследие бывших теплых морей — залегают в Западной Белоруссии чаще всего на глубине в несколько десятков метров, под слоистой толщей глин и песков. В этом месте меловые слои вздыблены, перемяты и подняты к самой поверхности земли, что, конечно, очень удобно для разработок. Но все же, какая сила совершила такую титаническую работу?

Вопрос не праздный. Глыбы мела, слои глин и чистых кварцевых песков, поднятые или передвинутые по горизонтали, — ценное сырье для производства цемента, кирпича, стекла, — как всякое месторождение полезных ископаемых, сначала надо разведать, оценить его качество, масштабы, условия залегания. А для этого очень важно знать о происхождении этих слоев и глыб.

## ГИПОТЕЗЫ О «ПЕРЕСЕЛЕНЦАХ»

Геологам известны некоторые могучие природные силы, способные перемещать или сминать в складки целые блоки земной коры, мощные толщи горных пород. Под действием силы тяжести обрушиваются или оползают крупные скальные массивы на крутых горных склонах. Рыхлые осадки постоянно сползают, оползни образуются не только в горах, но и на многих морских или речных берегах. Нарушают устойчивость земной коры и землетрясения и более «спокойные», но долговременно действующие глубинные силы, воз-

дымающие одни блоки земной коры и опускающие другие, а также сдвигающие их друг относительно друга по горизонтали.

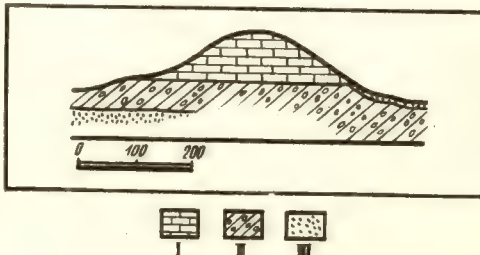
Поэтому, когда геологи обнаруживают глыбы горных пород, отторгнутые и передвинутые от мест своего коренного залегания, стараются прежде всего выяснить, не проявились ли здесь глубинные силы Земли, не было ли тут крупных оползней или землетрясений...

Для Белоруссии подобные катастрофические явления совсем не характерны. И здесь, в районе мелового месторождения, о котором идет речь, на равнинном участке, вдали от высоких холмов и крутых речных берегов, происхождение разрывов и смятий пластов горных пород казалось необъяснимым. И еще одно обстоятельство привлекало внимание. Очень часто ниже глыб писчего мела или зеленоватых морских глауконитовых песков — осадков, возраст которых несколько десятков миллио-



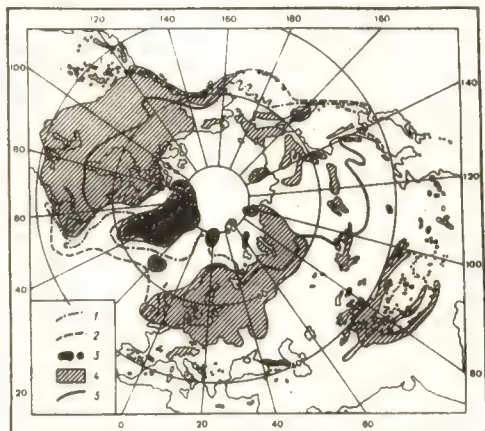
Реконструкция древней шахты, в которой в период неолита велась добыча кремня.

Слои разных возрастов, «перепутанные» гляциодислокацией.  
I — доломиты девонского возраста (более 300 миллионов лет); II — ледниковые отложения (морена) возрастом менее 0,3 миллиона лет; III — пески ледникового возраста (менее 0,3 миллиона лет).





Ледник в Гренландии в районе Брэдифьорда. Фото профессора Ю. Лаврушина.

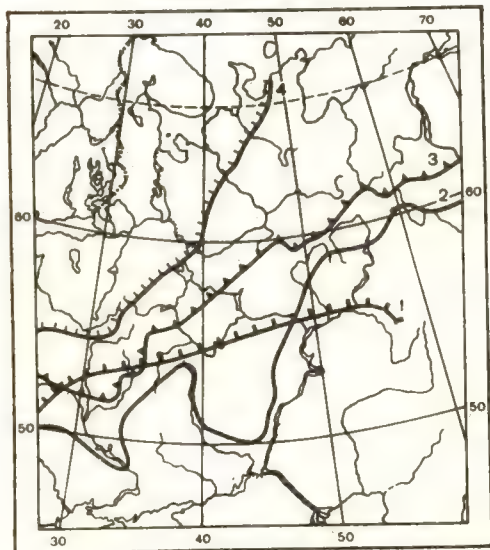


Максимальное распространение льдов в Северном полушарии в четвертичный период:

- 1 — современная граница морских льдов,
- 2 — древняя граница морских льдов, 3 — современные льды суши, 4 — древнее наземное максимальное оледенение, 5 — современная граница вечной мерзлоты.

Границы распространения оледенений в четвертичном периоде на Русской платформе:

- 1 — древнейшего (Окского) оледенения;
- 2 — максимального (Днепровского);
- 3 — Московского;
- 4 — последнего (Валдайского).



нов лет! — здесь залегают речные пески или озерные глины, а то и уплотненные торфяники весьма юного по геологическим масштабам возраста — десятки или сотни тысяч лет. Такое «перевернутое» залегание, когда древние осадки лежат поверх молодых, неоспоримо свидетельствует о какой-то геологической катастрофе, случившейся сравнительно недавно, уже после того, как на месте поднявшегося бывшего морского дна накопились речные, озерные или болотные осадки...

И вот тут следует вспомнить о бесчисленных «каменных стопудовых», щедро разбросанных по всей Северной Евразии и Северной Америке. Эти валуны — пришельцы, но они не безродные. В Белоруссии, например, это преимущественно «варяжские гости», родина которых Скандинавия и Кольский полуостров.

Согласно теории, разработанной более ста лет назад (один из ее авторов — великий русский ученый П. А. Кропоткин), пришлые валуны, а также многочисленные песчаные гряды и песчано-глинистые холмы, наспигованные валунами, остались как свидетельства нашествия великих ледников, сползавших с северных гор. Отдельные ледники достигали даже широт Киева. Но наиболее мощными ледниками были покрыты север Русской равнины, Прибалтика, Белоруссия.

Так не эти ли ледяные гиганты сдвигали на своем пути большие холмы, перемещая их на десятки километров к югу?

Здесь мы должны оговориться, что ряд ученых не признает ледниковую теорию. И они по-своему, без ссылок на великие ледники объясняют распространение валунов, песчаных гряд... Например, выдвинуто предположение, что сравнительно недавно на севере Европы и Сибири растлились холодные моря. Плавающие по ним айсберги могли переносить валуны...

Что же, такое, может быть, и не исключено. Ну, а как тогда объяснить то, что передвинулись холмы весом во многие миллионы тонн? Для таких «путешественников» никакого айсберга не подберешь. Да и как айсберг смог бы «выжать» подобную глыбцу, перемав коренные породы, а потом осторожно сдвинуть ее и перенести на десятки километров?!

Гипотеза, говорящая о том, что такую работу проделал ледник, все-таки намного убедительнее. Равнинные материковые ледники занимали огромные территории, толщина ледников достигала 3—4 километров (ныне они сохранились только в Антарктиде и Гренландии). Таким великанам по плечу поистине титаническая работа.

## НЕМНОГО О ГЛЯЦИОТЕКТОНИКЕ

Наука тектоника (или геотектоника) изучает движение земной коры, процессы дробления и смятия в складки горных пород. Гляциотектоника, как следует из на-



звания (от слов лед и тектоника), занимается изучением деформаций горных пород, слагающих ложе покровного ледника под влиянием его нагрузки и движения. Такие деформации, нарушения специалисты называют еще гляциодислокациями.

Гляциодислокации — явление в общем-то экзотическое, несмотря на то, что оно широко распространено во многих районах.

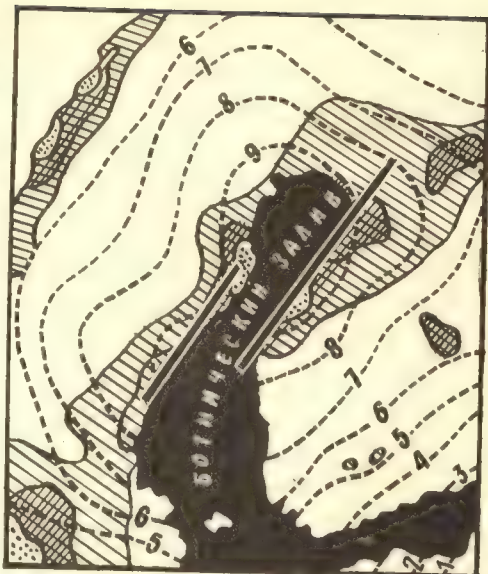
Могу сослаться на собственный опыт. Мне довелось проводить инженерно-геологические исследования на севере Белорусского Полесья, в Солигорском районе. Сейчас это один из известных центров добычи калийной соли — «соли плодородия». Наша экспедиция изучала грунты на площадках, где было запроектировано построить промышленные объекты, и занималась поисками подземных вод для водоснабжения города.

И вдруг на одной из площадок, где мы бурили неглубокие скважины, начались «чудеса». Одни скважины, как и ожидалось, прорезав двадцатиметровую толщу ледниковых глин с валунами (морену), достигали залегающих под ними древних речных песков. Но с некоторыми скважинами происходило нечто непонятное. В одной, например, почти сплошь шли обломки писчего мела. В другой оказались морские глауконитовые пески. И все это на сравнительно небольшом участке (около 1 квадратного километра), на очень пологом холме, на одних и тех же глубинах.

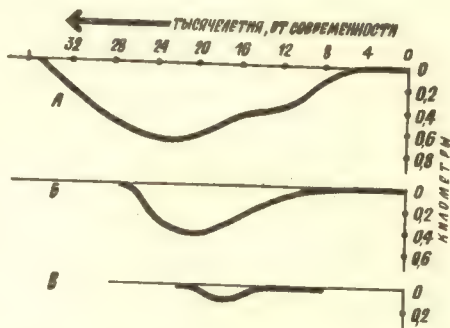
Правда, нам не пришлось долго ломать головы над этой загадкой природы. Занимаясь поисками и разведкой местных строительных материалов, мы и раньше уже встречали на окрестных холмах ямы и карьеры, где были вскрыты писчий мел и глауконитовые пески. Еще до нас геологи выяснили, что это отторженцы, то есть глыбы, отторгнутые от коренных массивов. Меловые слои в этом районе повсюду залегают на стометровой глубине и лишь отдельные меловые глыбы — отторженцы — у самой поверхности, на макушках холмов.

Нам тогда пришлось детально исследовать грунты под каждым из намечаемых сооружений, чтобы проектировать фундаменты с учетом гляциотектоники. Еще большие трудности возникли при поисках надежного водоносного горизонта. Оказалось, что ледники основательно поработали в округе, выпалили глубокие ложбины, беспорядочно нагромодили отторженцы и так усложнили геологическое строение, что разобраться в этом было чрезвычайно трудно.

В последние годы геологи Белоруссии основательно занимались изучением разнообразных гляциодислокаций на территории республики. И, что очень важно, весь собранный материал, многочисленные разрозненные сведения обработаны, обобщены и обобщены белорусским ученым, доктором геолого-минералогических наук Э. А. Левковым. Его монография «Гляциотектоника» (Минск, 1980), наверное, можно назвать наиболее полным в мировой лите-



Современное движение (поднятие) земной поверхности в районе, где располагался центр фенноскандинавского ледникового покрова. Условные знаки I—IV показывают количество землетрясений за период с 1600 по 1925 год: I — менее 5, II — 6—11, III — 12—17, IV — более 18; цифры на карте-схеме означают: V — поднятие земной коры мм/год; VI — разрывные нарушения земной коры.



Графики показывают, как на протяжении последних тысячелетий поднималась и опускалась земная поверхность (гляциотектонические движения) под тяжестью фенноскандинавского ледникового покрова:

- А) территория нынешнего северо-западного побережья Ботнического залива;
- Б) северо-запада Эстонии;
- В) севера Белоруссии.

ратуре сводом фактов и идей, относящихся к данной области научных знаний.

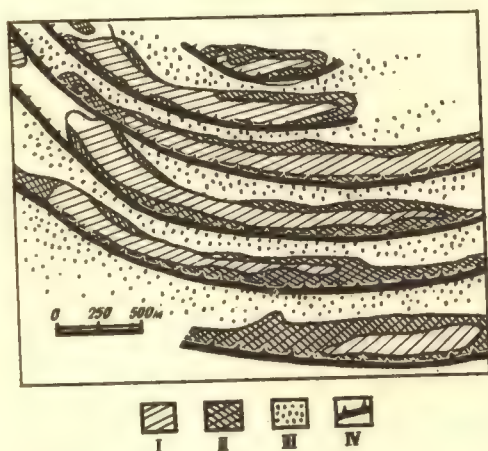
Не случайно, что такая работа появилась именно в Белоруссии. Здесь сыграли свою роль и своеобразная геологическая обстановка этого региона и то, что в БССР сложилась школа геологов, вот уже несколько десятилетий активно изучающих ледниковые отложения. Среди этих исследовате-

лей — известные ученые, академики АН БССР Г. И. Горецкий, К. И. Лукашев.

Конечно, еще рано говорить о том, что все основные проблемы гляциотектоники решены, но уже безусловно достигнуты результаты, позволяющие более уверенно и успешно ориентироваться в геологическом строении районов, где некогда основательно потрудились великие ледники, передвигая и перемешивая горные породы разных эпох и разного происхождения.

Тектоническая деятельность ледников представлялась хаотичной до той поры, пока не были обнаружены некоторые общие законы гляциотектоники. Например, очень часто отторженцы залегают в виде чешуй, надвинутых одна на другую. В плане они, как правило, образуют широкие дуги.

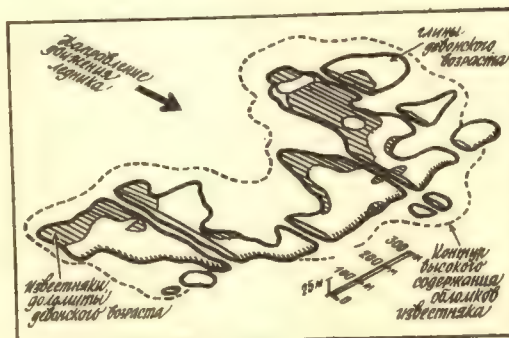
Удалось детально вычертить контуры некоторых крупных отторженцев. Например, у города Кричева он имеет весьма внушительные размеры: в длину около 1500 метров, а по ширине от 50 до 250 метров.



Следы гляциотектонических нарушений у поселка Красносельский Гродненской области.

- Отторженцы: I — писчий мел;  
II — глауконитовые пески;  
III — ледниковые пески и глины;  
IV — наружные границы отторженцев.

Схема, показывающая расположение и строение гигантского отторженца у города Кричева Могилевской области.



«Любопытно, — отмечает Э. А. Левков, — что те сечения гигантского отторженца у Кричева, которые ориентированы по движению ледника, по своему абрису напоминают нервюру (каркас) самолетного крыла, имеют небольшой изгиб кровли и сравнительно уплощенную подошву, обладают «углом атаки» около 2—5°».

Это не просто образное сравнение, но и определенная научная аналогия. Подобно тому, как самолетное крыло, преодолевая сопротивление воздуха, «скользит» в воздушной среде, так и крупный отторженец, вовлеченный в движение ледника, преодолевает сопротивление пластичной и текучей ледяной среды. А когда скорость движения льда уменьшается, отторженец — если продолжить аналогию с крылом самолета — «задирает» свою носовую часть, как бы идя на посадку. В таком виде и застывают в земле плоские чешуи отторженцев.

Чтобы понять законы, по которым происходили геологические нарушения и разрывы, связанные с ледниками, геологам приходится кропотливо воссоздавать ход давно минувших природных процессов. Сделать это можно только на основании сохранившихся с того времени следов. Это напоминает работу криминалистов. Только задача криминалистов главным образом сводится к выявлению преступника, а для геологов «преступник» давно известен. К тому же он уже исчез с лица земли и не может дать никаких разъяснений. (Современные ледники тоже мало чем могут помочь, потому что все деформации, которые они производят, скрыты под ледником.) Задача геологов — восстановить шаг за шагом последовательность событий и по возможности математически смоделировать ледниковые тектонические нарушения.

Относительно небольших отторженцев почти все более или менее ясно. Но вот как ледник мог сдвинуть и перенести почти без повреждения, например, такое гигантское «блюдо», на котором мог бы разместиться целый микрорайон города?

На такой вопрос однозначного ответа пока нет. Возможно, что это происходило так: под давлением мощной толщи льда наиболее податливые, слабые участки ледя как бы состругивались, отщеплялись, и их вовлекало в медленное течение ледовой массы. Дальнейший их путь происходил в толще льда. Из-за неравномерности движения отдельных участков ледника, глыбы, несомые ледником, могли дробиться, ломаться на части. Такого мнения придерживаются, например, московский геолог Ю. А. Лаврушин, изучавший следы деятельности не только былых ледников, но и современных (на Шпицбергене, в Гренландии, в Исландии).

Чтобы понять, почему в одних местах, где побывал ледник, множество гляциодислокаций, а в других их почти вовсе нет, геолог Э. А. Левков постарался проанализировать весь комплекс природных условий, меняющихся с наступлением великих ледников. Общее похолодание приводит к образованию панциря вечной мерзлоты, сковывающей землю на глубину в не-



сколько сотен метров. По такому прочному ложу ледник продвигается легко, ничего не ломая, не разрушая. Но в отдельных зонах, преимущественно там, где земная кора раздроблена тектоническими разломами и трещинами, циркулируют подземные воды. Это как бы «водяное отопление». Здесь мерзлота отступает, горные породы находятся в талом состоянии да еще насыщены водой. Под давлением ледника меняется динамика подземных вод. Все это приводит к тому, что под ледовым прессом отдельные глыбы горных пород выжимаются из коренного массива и превращаются в отторженцы.

Вполне вероятно, что под тяжестью ползущих ледниковых гор, — а ведь это были именно огромные горы, потому что толщина ледника доходила до 3—4 километров! — нарушалась монолитность земной коры: одни блоки погружались, другие — у края ледника — вздымались на десятки метров. Наползая на такие уступы, ледник мог срезать у них углы, выступающие части.

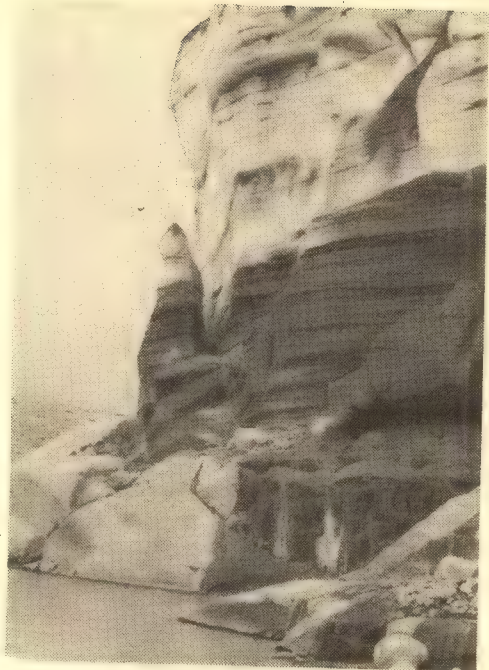
Еще многие проблемы гляциотектоники не решены, еще не по всем вопросам ученые пришли к согласию. Но пути дальнейшего развития этой науки и практического использования знаний о местных локальных «ледяных катастрофах» уже сейчас очерчиваются достаточно ясно.

### ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

О некоторых практических приложениях гляциотектоники мы уже говорили. Крупные отторженцы в ряде случаев прекрасно используются как локальные месторождения полезных ископаемых. Только на западе Белоруссии таких месторождений довольно много. На их базе развито производство цемента, извести, карбонатных удобрений. Широко используются в народном хозяйстве республики песчаные и глинистые отторженцы. Разрабатывать подобные месторождения очень удобно: полезные ископаемые подняты ледником к самой поверхности. Знание особенностей гляциодислокаций помогает вести разведочные работы прицельно, а не наугад. Теоретические исследования дают возможность удовлетворить запросы практики.

В каждом конкретном случае решением этих задач занимаются специалисты из Геологического управления при Совете Министров БССР, сотрудники Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института, Института геохимии и геофизики АН БССР.

Таково прикладное и, вероятно, не самое главное использование гляциотектонических знаний. По мнению Э. А. Левкова, в ближайшее время можно ожидать, что достижения в области гляциотектоники окажут заметное влияние на такую отрасль знаний, как, например, палеогеография ледниковой эпохи. Несмотря на то, что эта эпоха охватывает самый молодой и краткий отрезок истории Земли (последний миллион лет), геологических и географических загадок здесь много. Их решение сильно затрудняется тем, что во время



Ледниковый язык, в толще которого слой льда, содержащий морену (темный слой). Гренландия, Фредериксборг-Исблинн. Фото профессора Ю. Лаврушина.

ледовых катастроф слои горных пород были сильно перемяты и смешаны, словно перепутаны страницы геологической летописи. Разобраться в последовательности этих «страниц» поможет гляциотектоника...

Глубокие ложбины, выпаханные ледниковыми языками, тесно связаны с формированием крупных речных систем. Изучением этого вида гляциодислокаций уже многие годы занимается академик АН БССР Г. И. Горещкий. Знание древних ложбин и долин, ныне погребенных на различных глубинах (порой до 100 метров и более), необходимо и для гидротехнического строительства и для поисков месторождений подземных вод. В Белоруссии многие города, поселки, промышленные и сельскохозяйственные предприятия используют чистые и обильные подземные воды, содержащиеся в древних речных и ледниковых песках, галечниках.

Некоторые идеи гляциотектоники, возможно, представляют интерес для геологов-нефтяников. Академик А. А. Трофимук и ряд других ученых считают, что великие оледенения Северной Европы и Сибири и, в частности, ледниковые нагрузки влияли на формирование и перемещение залежей нефти и газа.

Так переплетаются теоретические идеи и практические работы по рациональному использованию природных ресурсов. Еще недавно совсем малоизвестная область знаний — гляциотектоника — приобретает важное прикладное и научно-теоретическое значение.





● Дирижер знаменитого Лейпцигского хора мальчиков профессор Г. Роцш построил у себя дома на площади в шесть квадратных метров большую модель железной дороги. Здесь все, кроме ста локомотивов и примерно трехсот вагонов, сделано руками дирижера и нескольких его хористов: вокзал с 16 путями, разветвленная сеть рельсов, стрелок, туннелей, городские дома и троллейбусная линия, проходящая между ними.

● Самую большую в мире винную бутылку изготовил швейцарский стеклодув Франц Хуг из Хергисвила. Ее высота 153 сантиметра, а вмещает она сто одиннадцать литров вина.

● В состязании между американскими и канадскими фермерами на самую большую тыкву победили канадцы, их овощ весил 171 кило-



грамм, а американский — всего лишь 143.

● В Ратушском проезде чешского города Брно висит старое деревянное колесо — один из символов города.

В 1636 году мастер Томаш Бирк из Леднице поспорил с городским советом, что за сутки он срубит дерево, сделает из него колесо и докатит свое изделие до Брно, преодолев расстояние в 64 километра. Мастер выиграл пари, и городской совет выплатил ему один золотый пятнадцать крейцеров, а колесо — память о выигранном споре повесили близ городской ратуши.

● Колумбийский подросток Леонардо Акончо в свои 14 лет, как

многие его сверстники, любит играть в футбол, читать юмористические книжки, лазить по деревьям... Но есть у него еще одно, редкое для его возраста увлечение: он дирижирует симфоническим оркестром. Так, недавно он провел месячное турне по Франции с парижской симфонической группой «Иль-де-Франс».

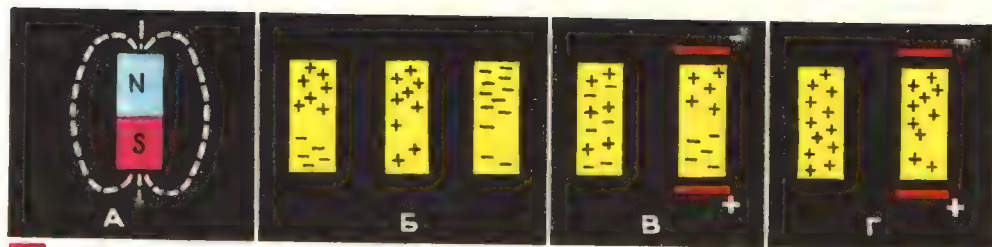
Выдающиеся музыкальные способности Леонардо проявились еще в трехлетнем возрасте, когда однажды вечером он, услышав по телевидению детскую песенку, подошел к пианино и, к удивлению родителей, повторил мелодию на инструменте.

● Группа американских психологов утверждает, что лучшее средство успокоить плачущего грудного младенца — это дать ему прослушать магнитофонную запись его собственного крика. Запись другого ребенка не помогает. Этот эффект держится лишь до шестимесячного возраста.

● Западного немецкий часовщик Людвиг Шух придумал и изготовил, затратив 2000 рабочих часов, «вечный двигатель» — два зубчатых колеса, которые висят в витрине и постоянно вращаются без видимых источников энергии. Раскрыть секрет своей оригинальной рекламы Шух категорически отказывается.

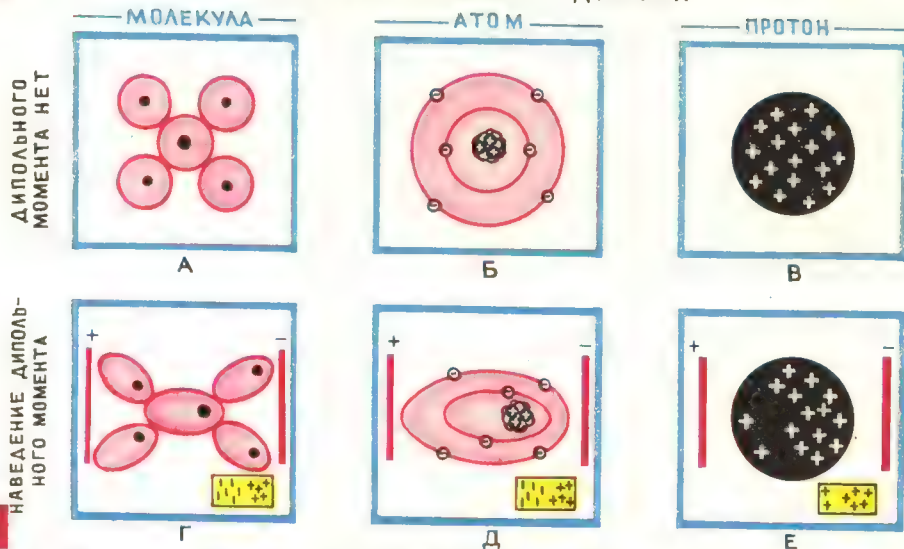




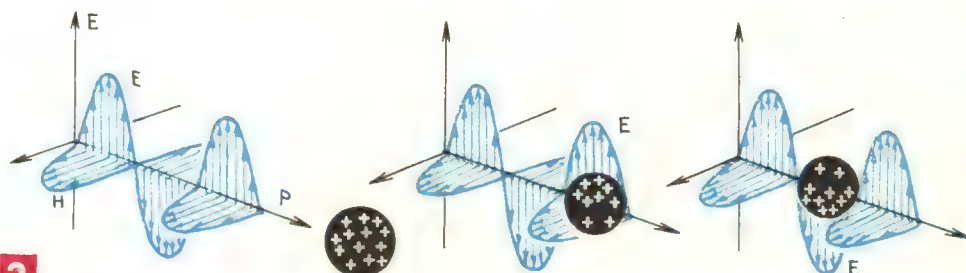


1

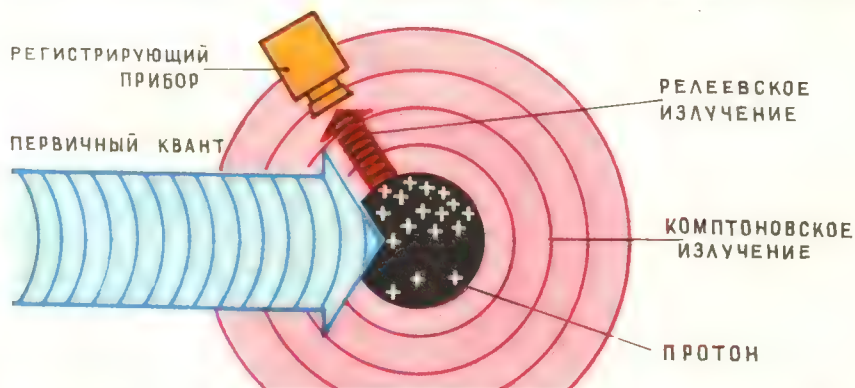
# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДИПОЛИ



2



3



4



2

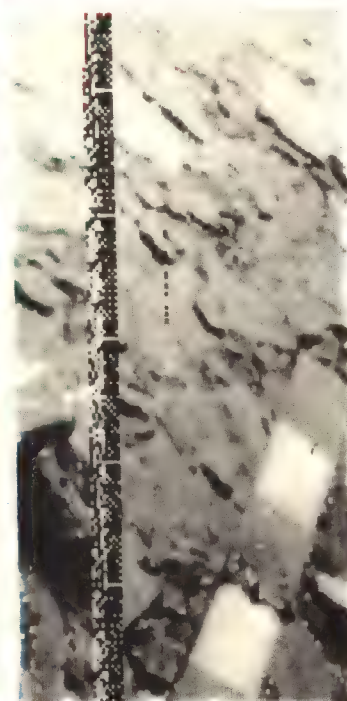


3



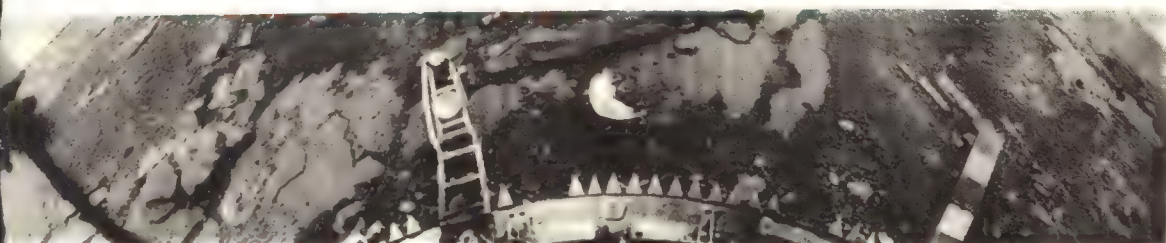
4

На снимках: цветная панорама, полученная станцией «Венера-14» (1) и ее цветоделенные составляющие (2, 3, 4), черно-белые панорамы, полученные со станций «Венера-13» (5) и «Венера-14» (6), их участки в цвете (7, 8) и фрагмент изображения до обработки (9; вертикальная линия — сигнал телеметрии). Обработка и синтез ЦДКС и ИППИ АН СССР (см. статью на стр. 16).

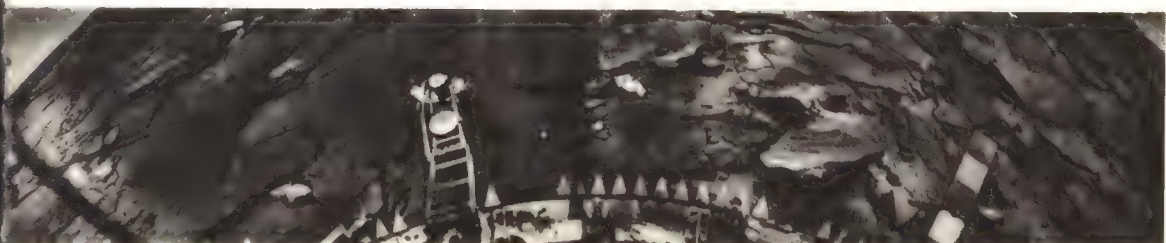


9



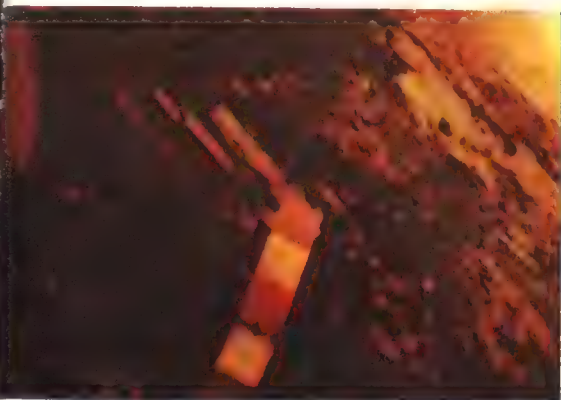


5



6

7 8



III

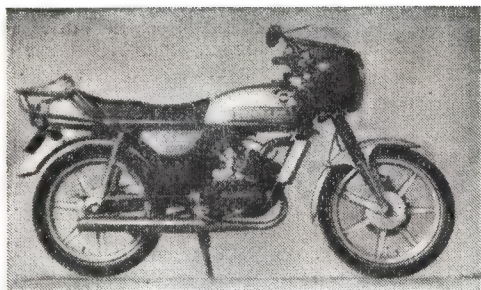


Михайловское. Долина реки Сороти в окрестностях Дома-музея А. С. Пушкина.

Петровское. Дом-музей А. П. Ганнибала, знаменитого предка великого поэта, восстановлен в 1977 году.







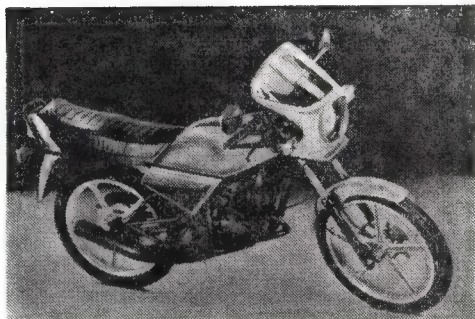
«ЦЮНДАПП-KS50TT» (ФРГ). Мокич с водяным охлаждением двигателя, отлитыми из алюминиевого сплава колесами, указателями поворотов. Рабочий объем двигателя — 49,8 см<sup>3</sup>. Мощность — 6,8 л. с. (5 кВт) при 8800 об/мин. Число передач — 5. Длина машины — 1,9 м. Масса в снаряженном состоянии — 102 кг. Скорость — 85 км/ч.

MS25», «Мобра») и даже с водяным охлаждением («Цюндапп-KS50TT»). Мофы и мопеды часто имеют колеса сравнительно большого размера — с ободами диаметром 18—23 дюйма. На мокиках и мотоциклах класса 80 см<sup>3</sup> чаще можно встретить 16—18-дюймовые колеса.

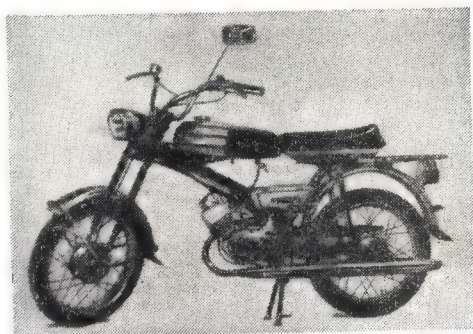
Поскольку наибольшие трудности мало-квалифицированный владелец машины испытывает при регулировке зажигания в двигателях такого типа, многие мофы, мопеды и мокики оборудованы электронными бесконтактными системами зажигания. Они за все время эксплуатации практически не требуют регулировки и ухода.

Мофы, мопеды и мокики имеют одно назначение — быть массовым, дешевым индивидуальным средством транспорта для ежедневных поездок на короткие расстояния. Эти машины выпускаются в больших масштабах мотоциклетной промышленностью Австрии (КТМ, «Пух»), Италии («Априлия», «Анкилотти», «Жилера», «Малагути», «Пьяджо», СВМ, «Титан», «Чиматти», «Фантик»), Румынии («Мобра»), СССР («Верховина», «Рига»), Франции («Велосолекс», «Мобилетт», «Мотобекан», «Пежо»), ФРГ («Геркулес», «Крайдлер», «Золо», «Риксе», «Цюндапп»), Чехословакии («ЯВА-Бабетта»), Югославии («Томос»), Японии («Кавасаки», «Сузуки», «Хонда»).

Инженер Л. ШУГРОВ.



«КАВАСАКИ-AR-80» (Япония). Пример машины класса 80 см<sup>3</sup>, получившего популярность за последние несколько лет. Особенности конструкции: мембранный впускной клапан в цилиндре, автономная система смазки, дисковый тормоз переднего колеса, задняя подвеска с прогрессивной характеристикой. Рабочий объем двигателя — 77 см<sup>3</sup>. Мощность — 6,2 л. с. (4,6 кВт) при 6000 об/мин. Число передач — 6. Длина машины — 1,85 м. Масса в снаряженном состоянии — 87 кг. Скорость 80 км/ч. Эксплуатационный расход топлива — 3,8—4,0 л на 100 км.



«ВЕРХОВИНА-6» (СССР). Первый отечественный мокич. У него хребтовая рама, переключение передач вращающейся рукояткой на руле и педаль (кинстартер) для запуска двигателя. Рабочий объем двигателя — 49,8 см<sup>3</sup>. Мощность — 2,2 л. с. (1,5 кВт) при 5500 об/мин. Число передач — 2. Длина машины — 1,77 м. Масса в снаряженном состоянии — 55 кг. Скорость — 50 км/ч. Эксплуатационный расход топлива — 2,5 л на 100 км.

— Перед своим приездом из отпуска Карлин позвонил мне по междугородному телефону и просил проверить, все ли у него дома в порядке. Я решил посмотреть, не слишком ли там холодно: ведь морозы стоят уже неделю.

Винтерс бросил взгляд на покрытое льдом окно своего кабинета.

— Когда я вошел в дом, — продолжал Барлет, — я услышал шум, доносив-

шийся из кабинета. «Кто там?» — громко спросил я и сразу же распахнул дверь в кабинет. Их было двое. В ту же секунду они сбили с меня очки, а без очков я ничего не вижу! Взломщики связали меня. Только спустя три часа мне удалось освободиться.

— А могли бы вы опознать грабителей?

— Думаю, что мог бы.

— Вы включили отопление в доме?

— Нет, — ответил Барлет. — Отопление работало, и, несмотря на мороз, в доме было тепло.

Встав из-за стола, инспектор сказал:

— А теперь расскажите мне, где вы спрятали ценные бумаги и почему решили воспользоваться доверием старого друга.

Как инспектор Винтерс понял, что история, рассказанная Барлетом, выдуманная?

# Р Е Д К О Е С Б Л И Ж Е Н И Е П Л А Н Е Т

Планеты всегда привлекают внимание любителей астрономии. Интерес к ним особенно возрастает всякий раз, когда наступают периоды сближений планет в их орбитальном движении, когда планеты бывают необычным образом расположены на небесной сфере. Почему и как все это происходит? Каким образом астрономы задолго предвиделисьяют подобные явления? Могут ли сближения планет каким-то образом влиять на Солнце, Землю и землян? Об этом нас спрашивают многие постоянные читатели раздела «Любителям астрономии». И хотя мы уже рассказывали о закономерностях видимого движения планет («Наука и жизнь», №№ 4, 6, 8, 1975, № 6, 1977) и о законах, которым подчинено движение планет вокруг Солнца — законам всемирного тяготения и законах Кеплера («Наука и

жизнь» №№ 10, 12, 1975), охотно снова вернемся к этой очень многогранной теме.

Вообразите, будто планеты равномерно движутся вокруг Солнца по круговым орбитам, лежащим в одной плоскости (в плоскости эклиптики). Меркурий и Венеру, орбиты которых расположены внутри земной орбиты, называют **нижними**, а Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон — **верхними**.

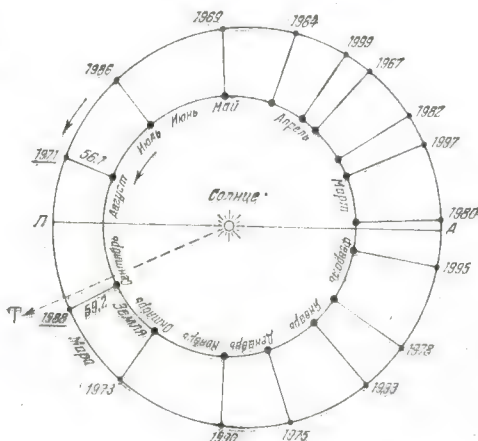
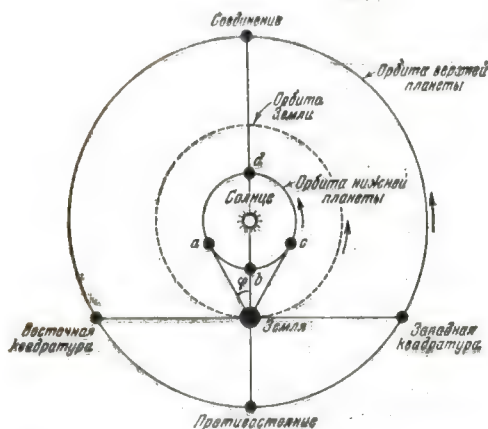
При своем движении вокруг Солнца нижние и верхние планеты занимают различные положения относительно Солнца и Земли, или, как говорят астрономы, бывают в разных **конфигурациях**. Характерные конфигурации нижних планет — **нижнее и верхнее соединение, восточная и западная элонгации**. Когда планета находится в верхнем соединении, наблюдать ее с Земли невозможно, ибо она не только дальше всего от Земли, но и располагается за Солнцем. Это, конечно, очень обидно, потому что ведь именно в этом положении к Земле обращено все

освещенное Солнцем полушарие планеты. В нижнем соединении планета ближе всего к нам, но к нам обращено не освещенное Солнцем полушарие. Следовательно, эта конфигурация для наблюдения интереса не представляет, за исключением тех случаев, когда Меркурий или Венера проецируются на солнечный диск. Такие явления относятся к редким: последнее прохождение Меркурия по диску Солнца было 10 ноября 1973 года, а ближайшие произойдут 13 ноября 1986 года и 6 ноября 1993 года. Последнее прохождение Венеры было 6 декабря 1882 года, а следующие произойдут лишь 8 июня 2004 года и 6 июля 2012 года!

Элонгации, то есть положения, при которых нижние планеты видны на наибольших угловых расстояниях от Солнца, наиболее благоприятны для наблюдений. Наибольший угол между направлением с Земли на Меркурий и Солнце достигает  $28^\circ$ , а на Венеру и Солнце —  $48^\circ$ . С этим связана длительность времени, в течение которого можно видеть нижние планеты. Меркурий (перед восходом Солнца или после захода Солнца) с Земли можно видеть не более 1,5 часа, Венеру — не более 4 часов.

При западной элонгации нижние планеты видны по

На схеме показаны конфигурации верхних и нижних планет. Для нижней планеты: а — наибольшая восточная элонгация, б — нижнее соединение, с — наибольшая западная элонгация, d — верхнее соединение (φ — угол элонгации).





утрам в восточной области неба, а при восточной элонгации нижние планеты появляются по вечерам в западной области неба. Наиболее благоприятные условия вечерней видимости наступают весной, а предутренней — осенью. Максимальный блеск Меркурия минус 1,5<sup>m</sup>, Венеры — минус 4,4<sup>m</sup>.

У верхних планет иные конфигурации: это — **соединение, противостояние и квадратуры** (рис. на стр. 150). Соединение, происходящее, когда планета находится за Солнцем, — совершенно неблагоприятная для наблюдений конфигурация. Более благоприятны квадратуры, а наилучшие условия видимости верхних планет бывают тогда, когда эти планеты находятся в противостоянии, то есть в точке неба, приблизительно противоположной Солнцу. Они и ближе всего к Земле, и к Земле обращено освещенное Солнцем полушарие верхней планеты. В противостоянии планеты кульминируют в полночь и видны на протяжении всей ночи. Самые удобные для наблюдений те противостояния, которые приходятся на зимние месяцы. В это время верхние планеты бывают в созвездиях Тельца и Близнецов, которые в наших средних широтах зимой высоко поднимаются над горизонтом. Блеск наиболее яркой из верхних планет — Юпитера — достигает в противостоянии минус 2,5<sup>m</sup>.

При тех упрощающих предположениях, которые мы сделали, легко вывести формулы, позволяющие вычислить **синодические периоды планет**, то есть промежутки времени между двумя одинаковыми последовательными конфигурациями (например, между элонгациями или между противостояниями). Формулы совсем простые.

Видимое движение Марса, Юпитера и Сатурна на фоне созвездия Девы в 1982 году. Стрелки показывают направление видимого движения планет, римские цифры — положение планеты в первых числах соответствующего месяца, соединенные черточкой два кружка — противостояние планеты.

Обозначим буквой  $T_0$  период обращения Земли вокруг Солнца (**сидерический, или звездный период**, равный 1 году = 365,26 суток),  $T$  — сидерический период нижней планеты, а  $S$  — ее синодический период. За сутки Земля сместится по своей

орбите на  $\frac{360^\circ}{T_0}$ , планета —  $\frac{360^\circ}{T}$ .

Поскольку нижние планеты перемещаются по орбите быстрее Земли, то  $\frac{360^\circ}{T} > \frac{360^\circ}{T_0}$ ,

а разность между этими перемещениями показывает, на сколько градусов нижняя планета ежедневно обгоняет Землю, то есть наблюдаемое суточное смещение планеты  $\frac{360^\circ}{S}$ .

Значит,  $\frac{360^\circ}{S} = \frac{360^\circ}{T} - \frac{360^\circ}{T_0}$  или

$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}$ , откуда синодический период нижней планеты

$$S = \frac{T T_0}{T_0 - T}$$

Подставив в эту формулу  $T_0 = 1$  год,  $T = 0,241$  года (для Меркурия) и  $T = 0,615$  года (для Венеры), найдем, что синодический период Меркурия  $S = 115$  суткам, а Венеры  $S = 584$  суткам.

Аналогичные рассуждения приводят к следующей формуле для верхней планеты

$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}$  или для ее синодического периода

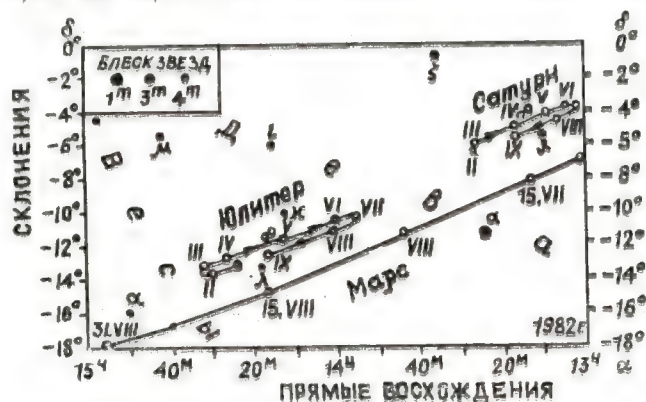
$$S = \frac{T T_0}{T - T_0}$$

У Марса, например, синодический период составляет 780 земных суток, у Юпитера — 399, а у Сатурна — 378 суток.

Принятые нами упрощения, к сожалению, привели к тому, что мы получили не истинные, а некоторые средние значения синодических периодов планет. Реально планеты неравномерно движутся по эллипсам, а потому их конфигурации наступают через иные промежутки времени: синодический период Меркурия от 104 до 132 суток, Венеры — от 576 до 591 суток, у Марса — от 764 до 811 суток. У далеких планет отклонения от средних синодических периодов сравнительно небольшие.

Не все сближения планет одинаково интересны. Например, противостояния Марса повторяются через 764—811 суток, но **великие противостояния**, при которых Землю и Марс разделяет не более 60 миллионов километров, происходят лишь через 15 и 17 лет. Именно во время великих противостояний Марс и ближе всего к Земле и блеск его достигает минус 2,6<sup>m</sup>, а угловой диаметр 25".

В это время красная планета привлекает общее внимание. Но почему же так редко великие противостояния и с чем они связаны? Оказывается, связаны со степенью вытянутости (е экс-





На этом рисунке Солнечная система представлена в виде циферблата часов, в центре которого находится Солнце, а девять стрелок указывают направления на большие планеты. Такое сближение планет (сектор с углом раствора  $105^\circ$ ) ожидается в середине мая 1982 года. До этого (10 марта 1982 года) был еще один минимум угла сближения планет, он составлял  $95^\circ$ , Земля в то время находилась на границе сектора сближения.

центриситетом) планетных орбит. Из-за значительного эксцентриситета (у орбиты Марса он составляет 0,093) противостояния Марса происходят на различных расстояниях (от 56 до 100 миллионов километров) от Земли. Великие противостояния бывают тогда, когда в эпоху противостояния Марс ближе всего к Солнцу, то есть находится в перигелии своей орбиты.

Промежуток времени между двумя последовательными прохождением перигелия равен, очевидно, сиде-

рическому периоду планеты. Для Марса это 1,881 года (687 суток). Средний синодический период Марса — 780 суток (2,136 года). Интервалы времени, через которые повторяются великие противостояния, должны содержать целое число  $n$  периодов  $T$  и  $m$  периодов  $S$ . Или  $nT = mS$ ;  $1,881n = 2,136m$ , что справедливо при  $n = 8$  и  $m = 7$  и  $n = 9$  и  $m = 8$ . Но  $1,881 \times 8 = 15,05$  года, а  $2,136 \times 7 = 14,95$  года, то есть примерно 15 лет, а произведения  $1,881 \times 9$  и  $2,136 \times 8$  близки к 17 годам.

Чаще всего после двух 15-летних интервалов бывает один 17-летний, то есть существует как бы 47-летний цикл условий видимости Марса. Однако 47-летний цикл соблюдается не всегда, более устойчив 79-летний цикл. В нем чередуются следующие интервалы: 15, 17, 15, 15 и 17 лет. За время такого цикла Марс успевает совершить вокруг Солнца 42 оборота. Известны и еще более длительные циклы (например, 205-летний).

Великие противостояния Марса обычно бывают осенью (август — сентябрь). Последнее великое противостояние красной планеты произошло 10 августа 1971 года, а очередное будет 29 сентября 1988 года.

Рассматривая конфигурации планет, и в частности

противостояния, мы убедились, что периодически две планеты могут оказаться на одной прямой с Солнцем и по одну сторону от него (если, конечно, пренебречь существующими углами между плоскостями орбит планет). А могут ли расположиться на одной прямой не две, а скажем, 3 или все 9 больших планет?

Вы, конечно, понимаете, почему мы заговорили об этом, потому что в нынешнем 1982 году, по мнению некоторых любителей сенсаций, должен был произойти так называемый «парад планет». Об этом уже немало говорили, писали, спорили. Так, например, на страницах журнала «Земля и Вселенная», 1977, № 3 и 1981, № 6). Кандидат физико-математических наук В. Г. Соколов, критически проанализировав возможность такого «парада», пришел к следующим выводам.

Даже три планеты скорее всего не могут оказаться строго на одной прямой с Солнцем. А все девять не выстраивались в одну линию вместе с Солнцем в прошлом и не будут выстраиваться ни в настоящем, ни, по-видимому, в будущем. Значит, никакого «парада» не будет, но сближение планет произойдет. Например, в середине мая 1982 года планеты «соберутся» внутри сектора (с вершиной в Солнце) с углом раствора  $105^\circ$  (рис. вверху). Планеты не сразу соберутся в секторе сближения. 9 апреля противостояние Марса, в середине апреля — Плутона, 26 апреля — противостояние Юпитера, а 24 мая — противостояние Урана. Меркурий, Венера и Земля придут не одновременно к сектору сближения. Например, Венера в мае уйдет из него раньше, чем там появится Меркурий. Наша планета будет в секторе сближения до середины июня, а потом вновь окажется в нем в ап-



Звезда Спика ( $\alpha$  — Девы) и планеты, которые можно будет наблюдать вблизи нее в мае — сентябре 1982 года.



реле — июне 1983 года. Интересно и то, что Плутон, который сейчас приближается к перигелию своей орбиты, в середине мая 1982 года будет на 93 миллиона километров ближе к Солнцу, чем Нептун.

Итак, в 1982 году произойдет редкое сближение планет. В прошлом веке сходное явление наблюдалось дважды — в 1805 и в 1845 годах.

Звездное небо с планетами на нем в нынешнем году будет, конечно, выглядеть несколько необычно. Пожалуй, наиболее интересным станет созвездие Девы, в котором уже в феврале и марте недалеко от Спики (α Девы) будут видны планеты Марс, Сатурн и Юпитер. В июле эти планеты будут видны над горизонтом по вечерам в западной области неба: ниже всего — Марс, выше — Сатурн. Ярче других будет сиять Юпитер, в 8 раз ярче Марса и в 13 раз ярче Сатурна.

Любители астрономии, надо думать, станут внимательно наблюдать за перемещением планет на звездном небе, а люди, далекие от астрономии, в большинстве своем даже и не узнают о сближении планет, поскольку никаких ощутимых изменений оно за собой не повлечет. «Парад» планет не состоится, «отменяется» и так называемый «эффект Юпитера», о котором с 1974 года немало писали на западе, связывая с ним и предвещающая резкие нарушения солнечной активности, необычные изменения в погоде, большие землетрясения и т. д. Вопрос о том, влияют ли планеты на солнечную активность, обсуждается давно. Исследования показывают, что прямой связи здесь, по-видимому, все-таки нет. В солнечной активности, например, четко просматривается 11-летняя цикличность (а не периодичность!), и ее максимумы чаще всего не имеют отношения к группировкам планет. Достаточно вспомнить, что последний максимум солнечной активности приходился на осень 1979 года, а сближение планет будет лишь в 1982 году. Имеющиеся научные данные вселяют

уверенность в том, что нынешнее сближение планет так же, как и предыдущие, так же, как и ближайшее последующее, которое произойдет в 2357 году, не повлияет сколько-нибудь ощутимо ни на погоду, ни на сейсмический режим нашей планеты.

Тех, кто заинтересуется подробностями вопросов, затронутых в статье, адресуем, во-первых, к упомянутому в тексте статьям, а во-вторых, к весьма полезной для любителей астрономии книге М. М. Дагаева «Книга для чтения по астрономии», «Просвещение», 1980, «Школьному астрономическому календарю на 1981/82 учебный год», «Астрономическому календарю ВАГО на 1982 год», «Справочнику любителей астрономии» П. Г. Куликовского, М., «Наука», 1971.

## ЗВЕЗДНОЕ НЕБО МАЯ

Близ полуночи в средних широтах нашей страны в юго-восточной части неба вы найдете созвездие Девы, а несколько выше — созвездие Волопаса, почти в зените — Северную Корону. А на востоке уже поднимаются созвездия, которым предстоит украшать летнее небо — Лебедь, Лира, Орел. В северо-восточной стороне неба будет видна Кассиопея, высоко над головой — Большая Медведица. На северо-западе еще можно наблюдать созвездие Близнецов, а невысоко над северной частью горизонта — Возничий.

## ЗВЕЗДНОЕ НЕБО ИЮНЯ

Около полуночи на юго-востоке виден «летне-осенний треугольник», образованный звездами Денеб (α Лебедя), Вега (α Лиры) и Альтаир (α Орла). Левее Альтаира заметно небольшое красивое созвездие Дельфин. Высоко над южной частью горизонта будет виден Геркулес, ниже — Змееносец, правее Геркулеса — Северная Корона. На западе отыщите созвездие

Льва (ниже расположена Большая Медведица), а на северо-востоке — Кассиопею. Звезда, которая видна невысоко над горизонтом и безусловно привлечет ваше внимание при обзоре северной стороны неба, — Капелла (α Возничего).

## ПЛАНЕТЫ В МАЕ — ИЮНЕ

**МЕРКУРИЙ** — виден вечерами почти весь май, а по утрам во второй половине июня. 9 мая — восточная элонгация этой планеты; Меркурий будет виден на фоне вечерней зари как светило +2<sup>m</sup>.

**ВЕНЕРА** будет видна утром и в мае (созвездие Рыб), и в июне (созвездие Овна) как светило минус 3,5<sup>m</sup>. В конце июня планета перейдет в созвездие Тельца и будет вблизи звездного скопления Плеяды.

**МАРС** виден по вечерам в мае и июне в созвездии Девы как светило, блеск которого не превосходит 0<sup>m</sup>.

**ЮПИТЕР** хорошо виден ночью в мае и июне (созвездие Девы), блеск минус 2<sup>m</sup> (близок к максимально-му).

**САТУРН** виден в первую половину ночи в мае и июне (созвездие Девы), блеск около 1<sup>m</sup> (наибольший блеск этой планеты минус 0,4<sup>m</sup>).

Кроме того, в мае и июне ночью будут видны **УРАН** и **НЕПТУН**, доступные для наблюдения тем, кто имеет хотя бы небольшое телескопы (диск Урана виден в телескоп с увеличением 80 раз, а Нептуна — 120 раз). Отыскать на небе эти планеты можно и в призмный бинокль. Уран движется в мае по созвездию Скорпиона, а с середины июня — по созвездию Весов. 24 мая противостояние Урана. Нептун окажется вблизи границы созвездий Змееносца и Стрельца. 17 июня противостояние Нептуна. Эти далекие от Солнца планеты медленно перемещаются на фоне звездного неба: Уран на 4—5° в год, а Нептун — примерно на 2°. Наибольший блеск Урана 5,4<sup>m</sup>, а Нептуна 7,6<sup>m</sup>.

# УМЕЕТЕ ЛИ ВЫ ЧИТАТЬ?

РАБОТА В БИБЛИОТЕКЕ

Г. ГЕЦОВ.

Часто бывает, что в домашней библиотеке хранят не только книги, журналы, но и газеты, папки с вырезками, а также переплетенные воедино комплекты книжных, газетных и журнальных публикаций на какую-то общую тему, называемые конволютами. Ими могут быть также и книги, в которые вложены или вклеены вырезки из газет, конспекты, выписки и другие виды записей, скажем, вкладные листки, письма. Конволюты иногда формируются на вклеенных в книгу чистых листах. К объемистым конволютам полезно давать оглавления. Не обязательно в конволютах фиксировать сами источники. В иных случаях можно лишь указать точные данные по главам, абзацам, страницам. Полезно давать заголовки к содержанию тех или иных мест.

Источники (книги, журналы, газеты, вырезки, конволюты), представляющие определенную тему, следует

держат обособленно на книжных полках, с определенными ориентирами по авторам, названиям, темам. Книги по отраслям знаний группируются с помощью разделителей, при этом сами книги расставляются по алфавиту или с использованием алфавитных указателей. Шифры рабочего каталога проставляются карандашом на внутренней стороне обложек книг, например, в верхнем левом их углу.

И все же при упорядочении домашней библиотеки необязательно всегда придерживаться тематических признаков. Можно книги по разным областям знаний с целью уплотнения рядов размещать и порознь, подбирая их по одинаковому формату.

В подобных случаях ориентироваться в материалах помогает рабочий каталог. С его помощью легко найти любые книги, журналы, газеты, вырезки, конволюты. Каталог дает также воз-

НАУКА И ЖИЗНЬ  
ШКОЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

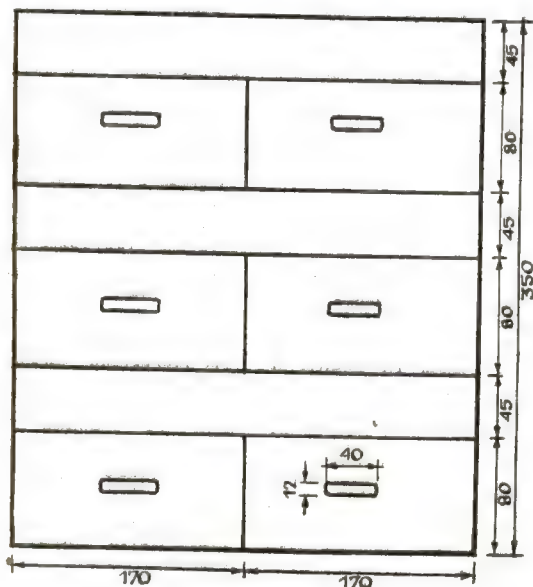
Научная организация  
личного труда

можность объединить книги, статьи, конволюты, вкладные листки по темам и разделам.

Полезно составить план своей библиотеки, где условно — буквами и цифрами — обозначаются шкафы, стеллажи, полки и даже части полок. В свою очередь, на карточках каталога, кроме названий книг и их выходных данных (автор, издательство, год и место издания), фиксируются номера шкафов и полок и условные шифры книг. (О том, как сформировать свой каталог и как с ним работать, рассказывалось в журнале «Наука и жизнь» №№ 3 и 4, 1981 год.)

В общественной библиотеке удобно пользоваться карандашами (для временных пометок в своих записях), карточками, копировальной бумагой, таблицами с номерами для шифрования источников — книг и статей. Могут пригодиться большие конверты, куда при необходимости помещают выписки из определенных источников. Такая сортировка особенно полезна, если выписки из книг делаются сразу по нескольким темам. В библиотеках удобно работать и с плоскими картотеками — указателями будущих выписок. Библиотечные шифры книг, проставленные на листках заказа, следует переносить и на свои карточки.

Если в библиотеке вы имеете дело с большим количеством источников, то полезно пользоваться специальным классером. В карманы (ячейки) такого классера помещают библиографические карточки, и они всегда будут под рукой. Ячейки классера можно обозначить следующим образом: «Заказано», «Заказать», «Работа с журналами», «Вернуть в свой каталог», «Сфотографировать», «Ксерографировать»... (В последних двух случаях в карман классера помещают





Ихтиологи насчитывают около 25 тысяч видов рыб. По способности различать запахи все это многообразие рыб делят на две группы: виды с высокой чувствительностью — макросматтики и виды с низкой чувствительностью — микросматтики. У рыб, как и у других организмов, обоняние связано с восприятием химических веществ — с хеморецепцией. У наземных животных пахучие вещества поступают в органы обоняния в виде паров, вместе с воздухом. Для рыб «пахучими» могут оказаться нелетучие вещества, в обычном смысле лишенные запаха, например, растворы некоторых аминокислот, которые возбуждают обонятельные рецепторы рыб и нервные клетки, ответственные за восприятие запаха.

Ученые Института биологии моря Дальневосточного научного центра АН СССР провели исследования органов обоняния морских рыб и предложили новую классификацию. По характеру строения органов обоняния и по степени чувствительности к запахам морских рыб они делят на три группы: макро-, медиа- и микросматтиков.

Для количественной оценки обоняния ученые не просто учитывали «размеры» обонятельного органа, то есть площадь, которую занимают нервные клетки, чувствительные к запахам, но и вносили поправку на размеры рыб. Известно, что длина рыб сильно колеблется — от 1 сантиметра у некоторых бычков до 15 метров у китовых акул. Площадь чувствительных клеток у некоторых видов рыб превышает десятки квадратных сантиметров (для сравнения укажем, что у человека эта площадь равна 5 см<sup>2</sup>). Особенно велика она у пластиножаберных, у них поверхность многократно увеличена складчатостью (как, например, поверхность отопительных батарей).

Для макросматтиков — видов рыб с пре-

красным «нюхом» — органы обоняния работают почти в 100 раз активнее, чем глаза. К этой группе относятся все пластиножаберные рыбы. К группе макросматтиков относятся акула катран, японский скат. В эту же группу попала костная рыба липарис; ученые считают, что особо развитые органы обоняния у этих рыб — результат приспособления к малоподвижному образу жизни (липарис обычно присасывается ко дну) и в значительной мере обонянием компенсирует слабо развитое зрение.

У камбалы, которая тоже ведет придонный образ жизни, обоняние развито не столь сильно. Камбала попадает в группу «середняков» — медиосматтиков, сюда же относят треску, терпуг, навагу, тихоокеанскую сельдь. Эти рыбы живут стаями и могут мигрировать на значительные расстояния.

У рыб, которых относят к микросматтикам, ведущую роль играет зрительная рецепция, а обоняние развито слабо.

У более молодых и «совершенных» видов рыб нервные процессы протекают более интенсивно; по-видимому, с этим связано то, что у костистых рыб нервные клетки в обонятельном слое «упакованы» более плотно, чем у пластиножаберных. Этот факт отражает общую эволюционную тенденцию: у более развитых видов плотность нервных клеток больше. Если у большинства костистых рыб на один квадратный миллиметр органа обоняния приходится 40—60 тысяч клеток, то, например, у кроликов, которые эволюционно выше рыб, — 200 тысяч нервных клеток.

**М. ДОРОШЕНКО.** Сравнительный морфометрический анализ обонятельной системы морских рыб. «Биология моря» № 3, 1981.

## НА ПУТИ К ОРГАНИЧЕСКИМ ПРОВОДНИКАМ

Недавно, в 1981 году, ученые из Института химической физики АН СССР обнаружили, что тонкие пленки полимеров, сжатые до давлений, в тысячи раз превышающих атмосферное, меняют свои электрические свойства: сопротивление таких пленок резко падает. В пленках полиэтилена, полипропилена, лавсана толщиной в несколько микрон при давлении порядка 10 килобар наблюдали аномально высокие значения электропроводности — она была в тысячи раз больше, чем в обычных условиях.

Какие процессы превращают диэлектрик в проводник? Исследователи предложили следующее объяснение.

В опытах диэлектрическая пленка находилась между сжимающими ее металлическими пластинами. При достаточно высоком давлении (больше некоторого крити-

ческого) сжатие поверхностного слоя диэлектрика так меняет энергетическое состояние вещества, что создаются условия для «захвата» электронов из металла. Иными словами, контакт диэлектрика (полимерной пленки) и металла (сжимающих пластин) в этих условиях приводит к «перетеканию» электронов из металла в диэлектрик. Эти-то электроны и становятся носителями тока в полимерной пленке.

Данная модель хорошо описывает экспериментальные данные.

**Ю. БЕРЛИН, С. БЕШЕНКО, В. ЖОРИН, А. ОВЧИННИКОВ, Н. ЕНИКОЛОПЯН.** О возможном механизме аномально высокой проводимости тонких пленок диэлектриков. «Доклады АН СССР», том 260, № 6, 1981.

# СДЕЛАНО ОТКРЫТИЕ

## НАЗВАНИЕ ОТКРЫТИЯ

Свойство электромагнитной поляризуемости сильно взаимодействующих элементарных частиц.

## ФОРМУЛА ОТКРЫТИЯ

Установлено неизвестное ранее свойство электромагнитной поляризуемости сильно взаимодействующих элементарных частиц, заключающееся в том, что под воздействием внешнего электромагнитного поля на сильно взаимодействующие элементарные частицы, например, протоны, у них возникают дипольные электрический и магнитный моменты.

## АВТОРЫ ОТКРЫТИЯ

А. М. Балдин, член-корреспондент АН СССР (ныне академик), В. С. Барашенков, доктор физ.-мат. наук, В. И. Гольданский, член-корреспондент АН СССР (ныне академик), О. А. Карпухин, А. В. Куценко, кандидат технических наук, В. В. Павловская, кандидат физико-математических наук, В. А. Петрунькин, кандидат физико-математических наук.

Открытие сделано в Объединенном институте ядерных исследований и в Физическом институте имени П. Н. Лебедева.

Приоритет открытия — сентябрь 1957 г., зарегистрировано — в январе 1980 г. Диплом № 217.

## РАДИРУЕТ ПРОТОН

Мы уже давно привыкли к тому, что название «атом», которое переводится как категорическое, беспопытное «неделимый», относится к очень сложной системе, она нередко образована из многих десятков деталей. И ядро атома, еще не так давно казавшееся таким монолитным шариком, тоже, как выяснилось, образовано из более мелких частиц — протонов и нейтронов. Сейчас теория — квантовая хромодинамика — и ряд экспериментов доказывают, что протон, нейтрон и другие частицы, считавшиеся элементарными, тоже, оказывается, составные — они образованы из комбинаций кварков с разными свойствами. Но нередко, к сожалению, забывается, что успехам в построении кварковых моделей предшествовали работы, причем не только теоретические, но и экспериментальные, доказавшие, что некоторые элементарные (или иными словами, простейшие, неделимые) частицы далеко не элементарны, и что, в ча-

стности, протон имеет сложную структуру. Одна из таких работ завершилась открытием, о котором здесь идет речь.

Типичные размеры атома около  $10^{-8}$  см, примерно 1 ангстрем. Атомное ядро обычно еще в несколько десятков тысяч раз меньше, его типичный размер  $10^{-12}$  —  $10^{-13}$  см. Такого же порядка размер протона — около  $10^{-13}$  см. Поэтому, пытаясь рассмотреть и прощупать протон, нужно пользоваться инструментом столь же малых размеров. Таким инструментом могут быть особые потоки частиц или излучений.

Слово «особые» в данном случае прежде всего означает, что длина волны инструмента-частицы (все частицы обладают волновыми свойствами и, в частности, чем выше энергия частицы, тем короче ее длина волны) или длина инструмента-волны должна быть меньше или по крайней мере не больше размеров исследуемого объекта. Это правило — длина волны не больше объекта — носит общий характер при исследовании каких-либо предметов направленными на них волнами. В частности, биологи вынуждены были перейти от оптического микроскопа к электронному, так как световые волны оказались слишком длинными для того, чтобы рассмотреть столь малые объекты, как, например, вирусы или белковые молекулы. И это объясняется довольно просто — длинная волна огибает малый объект, перекачивается через него, подобно морской волне, которая перекачивается через небольшие прибрежные камни, не замечая их.

Теоретические представления о сложной структуре протона, нейтрона и других сильно взаимодействующих частиц начали формироваться еще в 30-е годы, а эксперименты отодвинулись на десятилетия. В 50-х годах американскому физiku Хафштадтеру (иногда пишут Хофстедтер) удалось определить размеры протона. В его опытах протоны бомбардировали потоком достаточно энергичных электронов, из этих опытов следовало, что протон можно представить как положительно заряженное облако. Так было экспериментально доказано, что протон — это не точечный объект, но пока еще ничего нельзя было сказать, имеет ли протон сложную структуру. И как изменяется и изменяется ли вообще, структура протона в процессе его соударения с электронами. Кстати, именно в этих экспериментах был определен размер протона  $10^{-13}$  см и за фундаментальные исследования рассеяния



электронов на нуклонах, в частности на протонах, Хофштадтеру в 1961 году была присуждена Нобелевская премия.

Почти одновременно с этими опытами у нас в стране были начаты эксперименты и теоретическое исследование взаимодействия протонов с фотонами. Нужно заметить, что не случайно для «рассматривания» протона были выбраны электроны и фотоны, в то время, как увидеть протон можно было при взаимодействии его с любыми элементарными частицами. Дело в том, что электрон и фотон участвуют в электромагнитных взаимодействиях, а теория таких взаимодействий ушла далеко вперед по сравнению с теорией сильных взаимодействий, рассматривающей, например, столкновение протона и нейтрона или соударение двух протонов.

Опыты по столкновению фотонных пучков с протонами должны были ответить на вопрос, существует ли у протона электрическая и магнитная поляризуемость, то есть осветить более тонкие параметры структуры протона, чем это было сделано в опытах Хофштадтера. Если бы оказалось, что с помощью каких-либо внешних воздействий протон можно поляризовать, что его можно превратить в диполь, то это означало бы: частица устроена сложно, у нее, грубо говоря, есть какие-то структурные элементы, обладающие электрическим зарядом, которые, каким-то образом смещаясь, образуют диполь.

Само понятие «поляризуемость» подразумевает некое явление, в результате которого однородная или нейтральная структура становится неоднородной, и у нее появляются явно выраженные полюсы, участки, где концентрируются ранее равномерно «размазанные» свойства, такие, скажем, как электрический заряд. Примером такой структуры может служить обычный магнит с его «северным» и «южным» полюсами (рис. 1 А). Хорошо известны и электрические диполи, системы, где наблюдаются участки с концентрацией положительного и отрицательного заряда (рис. 1 Б, В) или с неодинаковой концентрацией зарядов одного сорта (рис. 1 Г). Существуют структуры с постоянно выраженными полюсами, в частности с двумя полюсами — диполи, и структуры, у которых в нормальном состоянии полюсов нет, но они появляются при каком-либо внешнем воздействии, например, во внешнем электрическом поле (рис. 1 В, Г).

В школьных опытах по электростатике можно найти много примеров поляризуемости какого-либо вещества под действием внешнего электрического поля.

Известно, что поляризуемость вещества складывается из поляризуемости его молекул (рис. 2 А), а поляризуемость молекул — это, по сути дела, сумма поляризуемости атомов (рис. 2 Б). Нейтральные атомы состоят из положительных (ядро) и отрицательных (электроны) зарядов, но заряды эти компенсируют друг друга и за пределами нейтрального атома электрические свойства составляющих его частиц могут вообще не ощущаться. Внешнее электрическое или магнитное поле эти заряды слегка раздвигает, и атом, который воспринимался как нейтральная электрическая система, становится электрическим диполем (рис. 2 Д). Физики в этом случае говорят, что атом поляризуется полем, у него появляется введенный дипольный момент. Однако поляризовать протоны постоянным электрическим полем невозможно. Точнее, по предсказаниям теории, эти частицы, если они вообще поляризуются, то в очень малой степени, и даже рекордным постоянным электрическим полем, получаемым сегодня в лаборатории, нельзя было бы получить поляризацию протона, достаточно сильную, чтобы ее можно было зарегистрировать.

Способность какой-либо системы, например, атома, становиться диполем, характеризуют некоторым коэффициентом, имеющим размерность кубического сантиметра. Чем больше этот коэффициент — его обычно называют поляризуемостью, — тем сильнее деформируется система, тем ярче выражены ее полюса при воздействии внешнего поля. Поляризуемость атомов и молекул — величина очень малая, для атома водорода она равна  $10^{-25}$  см<sup>3</sup>. По оценкам теоретиков, поляризуемость протона еще на 17 порядков меньше — она должна была составить что-то около  $10^{-42}$  см<sup>3</sup>, и для наблюдения ее нужны были фотоны с энергией порядка 100 МэВ.

Столь энергичные частицы, конечно, не бывают ни в видимом, ни в ультрафиолетовом свете, получить их можно только на ускорителе. Выбор энергичных фотонов для прощупывания протонов главным образом связан с тем, что сам эффект поляризуемости протона резко возрастает с увеличением энергии (то есть с увеличением частоты) налетающих на него частиц, в данном случае фотонов.

Поток фотонов — это не что иное, как поток электромагнитных волн. В переменном электромагнитном поле наведенный дипольный момент атома меняется вместе с полем, то есть атом сам начинает излучать электромагнитные волны, подобно антенне радиопередатчика. Взаимодействие света с веществом, при котором в поле падающей световой волны атомы излучают электромагнитные волны с той же длиной волны, называют рэлеевским рассеянием света; именно с этим явлением, кстати, связан голубой цвет неба. Если бы оказалось, что протон поляризуется под действием падающих на него квантов, то этот процесс сопровождался бы рэлеевским излучением самого диполя-протона, и это можно было бы установить, зарегистрировав излучение (аналогичное рэлеевскому рассеянию) с той же длиной волны, что и у направленных на протон квантов. Ну, а поляризуемость протона означала бы, что он обладает внутренней структурой и элементарной частицей его уже считать нельзя. Итак, цель эксперимента в самом общем виде сводилась к тому, чтобы, облучая протон очень энергичными фотонами, обнаружить идущее от него рэлеевское рассеяние.

Особые трудности при этом возникали из-за того, что протон не нейтрален, как атом, — протон положительно заряжен. И в сложном явлении взаимодействия фотонов с заряженным протоном рэлеевское рассеяние почти затусовано другими эффектами, прежде всего сильным комптоновским рассеянием, — оно возникает из-за того, что фотон отдает часть энергии частице и его энергия, а значит, и частота понижаются. В общей сложности рэлеевское рассеяние, которое нужно зарегистрировать, составляет лишь несколько процентов от других эффектов взаимодействия фотона с протоном. Решающий вклад в само проведение эксперимента сделали теоретики, предсказав, где и как нужно искать следы рэлеевского рассеяния, чтобы «выудить» его из мощных мешающих факторов.

Уже первые опыты 50-х годов, проведенные в ФИАНе, подтвердили существование у протона электрической и магнитной поляризуемости, впервые были измерены их величины, они оказались достаточно близкими к теоретическим прогнозам: электрическая поляризуемость протона примерно  $10^{-42}$  см<sup>3</sup>, магнитная поляризуемость —  $10^{-43}$  см<sup>3</sup>. Эти опыты доказали, что протон имеет сложную внутреннюю структуру и его никак нельзя

считать точечной частицей. Представление о протоне как о размазанном заряде, как о своего рода электрическом облаке не только подтвердилось, но и расширилось: стало ясно, что облако это деформируется электромагнитным полем.

В семидесятых годах эксперименты были повторены и получены более точные значения коэффициентов поляризуемости.

В дальнейшие планы советских ученых и исследователей из ряда лабораторий мира входит измерение поляризуемости нейтронов и пи-мезонов. Подготовка такого рода экспериментов обычно длится годами, а сами измерения связаны с месяцами кропотливого труда. Однако затраты времени и труда окупаются, так как результаты экспериментов касаются предмета первостепенной важности — глубинной структуры материи. Результаты, уже полученные экспериментаторами в изучении поляризуемости элементарных частиц, не просто указывают на сложность их внутреннего строения. Способность «деформироваться» под действием внешних полей подтверждает кварковые модели и демонстрирует, насколько сильно связаны кварки внутри элементарной частицы. Так, по предварительным результатам, полученным исследователями из Объединенного института ядерных исследований (Дубна), электрическая поляризуемость пи-мезона оказалась в 2 раза меньше, чем поляризуемость протона. Эти результаты хорошо согласуются с представлениями о том, что протоны — довольно рыхлая система из трех кварков, а пи-мезон состоит из кварка и антикварка, сильно связанных между собой. Поляризуемость пи-мезона должна быть меньше именно из-за сильной связи между кварками — внешнему полю труднее растянуть кварки внутри «элементарной» частицы и превратить ее в диполь.

---

На вклaдкe: 1 — магнитный диполь (А), электрические диполи (В, В, Г) и тела, которые поляризуются (становятся диполями) во внешнем электрическом поле (В, Г); 2 — молекула, атом, протон (А, В, В) поляризуются в электрическом поле (Г, Д, Е); 3 — протон очень слабо (неуловимо) поляризуется постоянным электрическим полем, даже рекордно сильным для лабораторных установок, и в экспериментах по поляризации протона используют электромагнитную волну, в которой можно получить значительно больший эффект поляризации; 4 — схема эксперимента: протоны облучают электромагнитной волной и регистрируют рэлеевское излучение, которое появляется в том случае, если протон поляризовался, стал электрическим диполем.





Идет сбор цветов масличной розы.

## АРОМАТ БОЛГАРСКОЙ РОЗЫ

Сказочная картина открывается перед тем, кому выпадает счастье увидеть цветущую Долину роз в Болгарии. Не случайно именно эту долину Максим Горький назвал самой красивой в мире.

Здесь раскинулись необозримые плантации масличной розы, из которой получают розовое масло — ценнейший компонент парфюмерных композиций и ряда лекарственных средств.

Цветы розы собирают только на заре — пока их не коснулись лучи солнца. Весь сбор немедленно направляется на переработку.

По классической технологии в перегонный аппарат специфической формы закладывают килограммов двадцать лепестков и заливают примерно шестьдесят литров воды. После трехчасовой перегонки выходит около шестнадцати литров ароматной розовой воды. Из 100 — 120 литров такой воды после

вторичной перегонки получается литров пятнадцать концентрата, на поверхности которого уже можно заметить розовое масло — его по капелькам снимают на-



Так выглядела старинная розоварня. Сейчас на предприятиях применяются многотонные котлы.

сосиками типа медицинских шприцев.

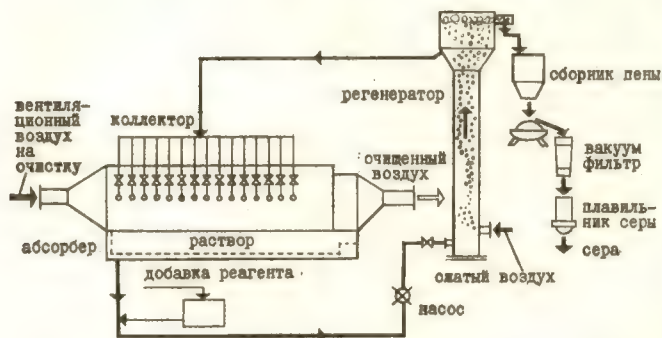
Сейчас почти все работы по возделыванию розы и получению розового масла механизированы: на плантациях и предприятиях действуют машины и механизмы, созданные конструкторами Советского Союза и Народной Республики Болгарии. Ручной труд применяется только на сборе лепестков масличной розы.

Селекцией растений, изобретением новых технологий производства розового масла занимаются научные сотрудники Института розы и эфирномасличных культур НРБ.

С историей возникновения в Болгарии Долины роз и с современной технологией производства розового масла в НРБ познакомила специальная выставка в Политехническом музее в Москве, открытая коллективом Национального Политехнического музея Народной Республики Болгарии.

Проблема безотходного производства включает в себя, в частности, вопрос о том, чтобы вредные стоки промышленных предприятий не загрязняли водоемы, почву. Не менее важна и защита воздушного океана от нежелательных выбросов. Об этом пойдет речь в публикуемой ниже подборке материалов. В разработке всех представляемых здесь проектов принимали участие специалисты из Государственного научно-исследовательского института по промышленной и санитарной очистке газов (НИИОГАЗ). Публикацию подготовил заведующий отделом этого института, кандидат технических наук И. Л. ТАРНАВСКИЙ.

## ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ, ЧИСТАЯ СЕРА



При производстве кордного и штапельного волокна выделяется много сероводорода — до 70 килограммов на каждую тонну продукта. Каждый кубометр вентиляционного воздуха, выбрасываемого при этом в атмосферу, содержит до 200 (при выпуске корда) и даже до 1800 (при выпуске штапеля) миллиграммов сероводорода.

До последних лет для очистки вентиляционных

выбросов от сероводорода применялся в основном железно-содовый метод. Он весьма трудоемок и крайне неудобен в эксплуатации, поскольку требует большой траты реагентов (щелочной суспензии гидроокиси железа).

В НИИОГАЗе разработан щелочно-гидрохиноновый метод, который по своему аппаратурному оформлению аналогичен железно-содовому. Вентиляцион-

ный воздух поступает в абсорбер — горизонтальную камеру, орошаемую слабо-щелочным раствором, содержащим катализатор окисления сероводорода — гидрохинон или сульфогфталцианин кобальта. Эффективность очистки — свыше 97 процентов. Отработанный раствор направляется в регенератор. Одновременно туда подается сжатый воздух, который и окисляет содержащийся в растворе сероводород до элементарной серы. Та увлекается пузырьками сжатого воздуха вверх, и при этом над раствором образуется слой пены, которая поступает в пеносборник и далее в вакуум-фильтр. Фильтрат направляется в плавильник, где образуется готовый продукт — высококачественная чистая сера. Ее выход составляет примерно полкилограмма на каждую тысячу кубометров вентиляционных выбросов.

Таким образом, описанный метод отличается глубокой очисткой воздуха, сравнительно малым расходом реагентов, небольшим гидравлическим сопротивлением установки, простотой в эксплуатации, а к тому же позволяет получать чистую серу. Он внедрен на Балаковском, Калининском, Рязанском, Черкасском и других предприятиях искусственного волокна.

В настоящее время все установки для очистки вентиляционных выбросов на предприятиях, производящих вискозу, проектируются институтом «Гипрогазоочистка» только по щелочно-каталитическому методу.

## МЕНЬШЕ КОПОТИ, БОЛЬШЕ ТЕПЛА

На предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности производится все больше технического углерода, или, как его обычно

называют, сажи. Образуется она при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов и широко используется в качестве сырья в резинотехнической, полиграфической, лакокрасочной и других отраслях промышленности.

Полученная в реакторах, саже-газовая смесь поступает в систему сажеулавливания. Ясно, что система должна быть эффективной, иначе непойманная сажа станет загрязнять атмосферу.

Сухие системы газоочистки, совместно разработанные институтами НИИОГАЗ и ВНИИтехнического углерода, внедренные на Барнаульском и Омском, а также на других предприятиях по производству технического углерода,

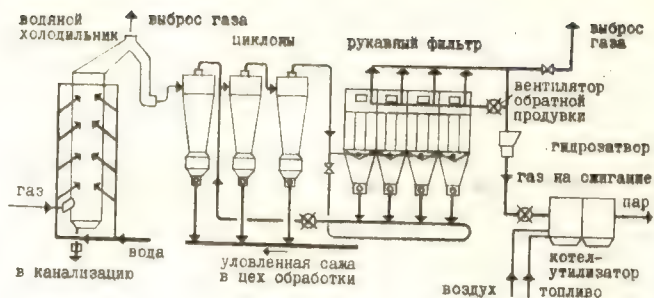
ЗНАНИЕ И ЖИЗНЬ

БЮРО СПРАВОК



обеспечивают практически полное улавливание сажи.

Пройдя такую систему, газ с незначительным остаточным содержанием мельчайших частиц сажи (20—40 миллиграммов на кубометр) направляется на дожигание в котлы-утилизаторы. В них получают водяной пар (10 тонн пара на каждую тонну основного продукта; другими словами, вырабатываемая системой тепловая энергия эквивалентна 560 тысячам тонн условного топлива в год). Таким образом, газы, грозившие атмосфере загрязнением, находят полезное применение, использу-



ются в качестве вторичных энергоресурсов. При этом содержание сажи и окиси углерода в выбросных газах снижается в 50 и более раз по сравнению с

прежними методами очистки.

Система работает под избыточным давлением, и это предотвращает взрывы саже-газовой смеси.

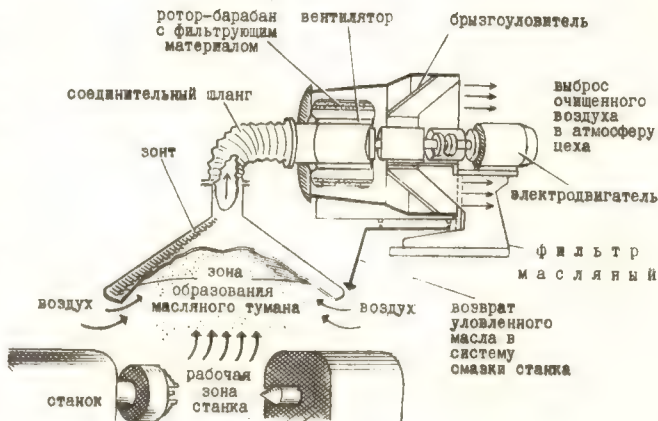
Чтобы режущий инструмент чрезмерно не разогревался от трения, его охлаждают специальными жидкостями. В качестве таких жидкостей широко применяются нефтяные минеральные масла, их эмульсии, мыльно-щелочные смеси, керосин, скипидар. Для повышения смазывающих свойств в них добавляют различного рода активизирующие вещества, чаще всего серу.

Соприкасаясь с режущим инструментом, эти жидкости распыляются, и образуется масляный туман. Накапливаясь в рабочих помещениях, он ухудшает условия труда, вызывая иногда профессиональные заболевания. Осадки масла на полу, стенах и инструментах способствуют травматизму, осложняют уборку помещений, загрязняют источники света, разрушают бетонные строительные конструкции, замасливают контакты приборов, увеличивают риск пожара. Наконец, безвозвратно теряются значительные количества масла.

Для очистки воздуха от масляного тумана НИИОГАЗ совместно с производственным объединением «АвтоЗИЛ» разработал ряд волоконистых ротационных высокоскоростных фильтров с производительностью от 750 до 2000 кубометров воздуха в час.

Эти аппараты малогабаритны, малошумны, могут монтироваться непосред-

## НЕ В ВОЗДУХ, А В ДЕЛО



венно на металлообрабатывающих станках и удаляют из воздуха до 95 процентов взвешенных в нем масел.

В этих фильтрах вращающийся цилиндрический фильтрующий элемент с укрепленным на его дне вентиляторным колесом служит одновременно вентилятором. Уловленное масло сбрасывается с поверхности фильтрующего элемента за счет центробежных сил, собирается и возвращается в производство. Очищенный вентиляционный воздух подается обратно в цех, и, таким образом, отпадает необходи-

мость в приточном воздухе; это также дает немалый экономический эффект, особенно зимой.

В зависимости от количества отсасываемого воздуха, содержания масляного тумана и месторасположения станков один аппарат может быть установлен для двух, трех и более станков.

Внедрено уже более ста таких аппаратов. С будущего года они будут серийно изготавливаться на Семибратовском экспериментальном заводе газоочистной аппаратуры Министерства химического и нефтяного машиностроения.

# ДЕСЯТЬ ЛЕТ СПУСТЯ,

## ИЛИ РАССКАЗ О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ, ПРОИСШЕДШИХ В ЭТОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ\*

Лауреат Ленинской премии  
академик В. ГИНЗБУРГ.

### МИКРОФИЗИКА

К микрофизике здесь отнесена (в целом в согласии с общепринятым пониманием) физика «элементарных частиц» — изучение свойств, строения и взаимодействия протонов, нейтронов и других барионов, фотонов, мезонов, лептонов. Часто эту область называют физикой высоких энергий, что, конечно, односложно, ибо далеко не все при исследовании частиц непосредственно связано с высокими энергиями.

Статья [1]\*\* была написана в те времена, когда микрофизика переживала период некоторого разброда и шатаний, хотя уже зародились и зрели идеи, которые привели в настоящее время к блестящим результатам и захватывающим дух перспективам. Атмосферу того периода можно, говоря словами Эйнштейна, охарактеризовать как «долгие годы поисков в темноте, полные предчувствий, напряженного ожидания, чередования надежд и изнеможения». В статье отмечалось, что проблематика микрофизики — это самые фундаментальные, принципиальные и поэтому для многих самые привлекательные вопросы физики, это ее передний край на каждом этапе усилий в изучении строения материи. Это было справедливо вчера, несомненно верно сего-

\* Подготовленный редакцией сокращенный и адаптированный вариант статьи, опубликованной в журнале «Успехи физических наук». Продолжение. Начало см. «Наука и жизнь» № 4, 1982 г.

\*\* В квадратных скобках дается ссылка на литературу в списке, приведенном на стр. 70. Первая в этом списке статья В. Л. Гинзбурга «Какие проблемы физики и астрофизики представляют сейчас особенно важными и интересными», опубликованная 10 лет назад в журналах «Успехи физических наук» и «Наука и жизнь» (адаптированный вариант). Здесь и далее сопоставляются важные и интересные проблемы физики в период публикации статьи [1] и сейчас, то есть десять лет спустя.

дня и будет верно завтра, хотя объекты исследования меняются. Когда в центре внимания микрофизики находились атомы и атомные ядра, она доминировала во всем естествознании, определяла пути развития человечества. Кварки и глюоны — новые типы и виды частиц, их исследование захватывающе интересно и важно для физики, но занимает другое (по сравнению с атомами и ядрами) положение в науке в целом, в жизни человеческого общества. Это сегодняшнее место микрофизики в науке аналогично тому, которое принадлежит астрофизике (включая космологию), и прежде всего в отношении привлекательности даже в чисто человеческом плане. И многие, читая о кварках и нестабильности протона, о нейтронных звездах и черных дырах, забывают о хлебе насущном, питаются интересом к науке.

Не возникнет ли в будущем у микрофизики новая исключительно важная область применений на практике, подобная, скажем, использованию ядерной энергии? Разумеется, отрицать такую возможность сколько-нибудь решительным образом нельзя. Не исключена и противоположная возможность, но это не бросает на микрофизику никакой тени.

### 10. КВАРКИ И ГЛЮОНЫ. КВАНТОВАЯ ХРОМОДИНАМИКА

Вопрос о том, из каких простейших «элементов» состоит вещество, всегда находился в центре внимания. На смену молекулам и атомам в качестве таких «элементов» сравнительно недавно пришли нуклоны, электроны, нейтрино. Таких частиц, которые часто называли элементарными (теперь этот термин встречается все реже), становилось все больше и больше. Естественно, что возникла, или, правильнее сказать, усилилась, тенденция к какой-то унификации и поиску «самых простейших» из элементарных частиц. Предлагались разные пути, и одним из них явилась зародившаяся в 1963—1964 годах гипотеза кварков.

Когда эта гипотеза была высказана, она встретила весьма противоречивое к себе отношение. Объясняется это, во-первых, некоторыми общими соображениями, заставляющими сомневаться в законности постановки вопроса типа: из чего состоит протон? Во-вторых, кварки обычно наделяются дробными электрическими зарядами, равными  $\frac{2}{3}$  и  $-\frac{1}{3}$  (за единицу заряда принят заряд позитрона или протона). Но такие дробные заряды никогда не наблюдались и были непривычны. Более того, все поиски свободных, изолированных кварков, энергично проводившиеся после 1964 года, не привели к положительным результатам. Конечно, категорически утверждать, что чего-то нет (не существует), очень трудно. Однако очень похоже на то, и считается в настоящее время наиболее вероятным, что в свободном состоянии, то есть как индивидуальные частицы типа барионов, мезонов или лептонов, кварки находиться не могут. Казалось бы, на этом основании действительно можно с полным правом



усомниться в самом существовании кварков как некоторой физической реальности. Тем не менее кварковая модель не только не была оставлена, но укрепила свои позиции и пока торжествует одну победу за другой [3, 4, 5, 6].

Сейчас считается, что уверенно доказано существование кварков четырех типов, или, как часто говорят, четырех ароматов, их обозначают буквами *u*, *d*, *s*, *c*. У каждого кварка есть антикварк, а кроме того, все они могут быть в трех разновидностях, могут иметь три значения некоторого квантового числа, совершенно условно названного цветом (условно, например, красным, желтым и синим). Три кварка, образующие барион, обязательно должны иметь три разных цвета, в силу чего барион является «бесцветным». Мезоны, состоящие из кварка и антикварка, также бесцветны, поскольку цвет антикварка нейтрализует «антицвет» кварка.

В итоге полное число упомянутых кварков и антикварков с учетом цвета достигает уже 24. Впрочем, дело этим не ограничивается. Сейчас на основе как теоретических, так и экспериментальных данных появился и кварк с шестым ароматом.

В случае шести ароматов и трех цветов общее число кварков и антикварков равно уже, очевидно, 36. В литературе появились гипотезы и о возможном увеличении числа ароматов и цветов. Во всяком случае, утверждать, что кварковая модель ограничивается 24 или даже 36 кварками и антикварками, еще никак нельзя. Достаточно сказать, что кварки взаимодействуют между собой, и это взаимодействие связано с обменом квантами некоторых полей (подобно тому, как электромагнитное взаимодействие связано с обменом фотонами). Полей, которые «склеивают» кварки — эти поля называются глюонными (от английского слова «glue» — «клей»), — приходится вводить несколько, обычно 8. Каждому такому полю отвечают свои кванты-частицы (глюоны). Недавно получены более или менее определенные экспериментальные указания на существование глюонов.

Итак, общее число частиц в кварковой модели вещества достигает нескольких десятков. Не слишком ли это много? — таков вопрос, хотя и риторический, но невольно возникающий, когда речь идет о преимуществах кварковой модели. Вряд ли, конечно, подобное сомнение само по себе сколько-нибудь существенно, даже и при большом числе кварков и глюонов сведение сотен адронов к комбинациям из кварков, пусть и нескольких типов, вносит какой-то порядок и обладает красотой.

Гораздо глубже и важнее другой вопрос: имеет ли смысл говорить о существовании частиц (кварков), не наблюдаемых в свободном состоянии, и что, собственно, значит, что барион «состоит» из трех кварков? На последний вопрос можно, правда, дать довольно четкий ответ: рассеяние, скажем, электронов и нейтрино на протоне оказывается таким же, как если бы протон содержал три (состоял из трех) точечных ча-

стиц, — их называли партонами (не путать с протонами!), и роль этих партонов вполне могут играть кварки.

Вместе с тем это еще не доказывает, что кварки существуют. Например, магнитная стрелка, да и любой другой магнит, ведет себя так, как если бы на ее концах находились магнитные полюсы. Фактически же никаких магнитных полюсов не существует (по крайней мере в обычных условиях), и все сводится к токам (движению электрических зарядов) и дипольным (спиновым) магнитным моментам ряда частиц (электронов, протонов и др.). Эта аналогия между магнитными полюсами и кварками, казалось бы, весьма глубока: как ни дели магнит, полюса все равно остаются «спаренными», любой магнитик имеет северный и южный полюсы; точно так же любые известные превращения адронов не приводят к появлению изолированных кварков, а последние рождаются только в виде барионов и мезонов, то есть тройками и парами. Нужно отметить также, что и сама кварковая модель еще неоднозначна. До недавнего времени предлагались даже схемы, в которых заряды кварков выбирались целочисленными. Но теперь уже получены вполне убедительные, по-видимому, экспериментальные указания в пользу дробности заряда кварков.

Вопрос о существовании кварков можно считать одним из аспектов общей проблемы — возможности различать простые (элементарные) и составные (сложные) частицы. Можно утверждать, например, что атом водорода состоит из протона и электрона, поскольку разбить (ионизировать) этот атом легко, затратив лишь энергию больше 13,6 эВ, очень малую по сравнению с энергией 1 МэВ, необходимой для рождения пары электрон—позитрон. А состоит ли нейтрон из протона и электрона, как это предполагалось, когда задолго до его обнаружения нейтрон фигурировал в качестве гипотетического «микротома» водорода? Как известно, на этот вопрос дается отрицательный ответ, и распад нейтрона интерпретируется как рождение электрона и антинейтрино с переходом нейтрона в протон ( $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu} + 0,8 \text{ МэВ}$ ). Считать, что нейтрон «состоит» из протона, электрона и антинейтрино, нельзя, в частности, и потому, что сам протон может распадаться на нейтрон, позитрон и нейтрино (хотя это и происходит с поглощением энергии, но осуществляется для протонов в позитронно-активных ядрах). Подобные примеры как раз и свидетельствуют об ограниченной пригодности понятия «состоит из» в применении к частицам со значительной энергией связи или большой энергией продуктов распада. Между тем именно такова, вообще говоря, ситуация для кварковых моделей адронов.

Итак, сравнительно большие энергии связи и, главное, отсутствие кварков в свободном состоянии (об этом свойстве принято говорить как об «удержании» — «кон-





файменте» кварков), несомненно, дают основания для подозрений, что кварки являются лишь вспомогательными образами (типа магнитных полюсов в электродинамике), пусть и удобными для описания различных явлений и свойств адронов, но не несущими особенно фундаментального характера. Именно такую точку зрения высказывал, в частности, в конце своего шестидесятилетнего пути в физике один из создателей квантовой теории, Гейзенберг. Осторожность в вопросе о «существовании» кварков и фундаментальности кварковой картины проявляют и некоторые физики, активно занимающиеся этой проблемой.

Сомнения в науке очень живучи. Как и осторожность, они, безусловно, полезны. Но жизнь, развитие идут своим чередом, как-то «не заботясь» об осторожности и сомнениях. Кварковая модель и построенная на ее основе теория сильных взаимодействий — квантовая хромодинамика — оказались очень плодотворными, эвристичными. Многие еще может измениться, но трудно сомневаться в том, что пути назад уже нет: кварки и квантовая хромодинамика — большое завоевание физики.

О каких проблемах, связанных с кварками, речь идет в настоящее время?

Хотя некоторые эксперименты продолжают, но почти уже нет сомнений в том, что кварки «удерживаются» в составе адронов и, следовательно, не существуют в свободном состоянии. Впрочем, мыслима и такая ситуация, при которой кварки могут «освободиться» лишь в каких-то исключительных условиях, скажем, при очень большой энергии; тогда, быть может, не возникнет противоречий с фактами — невозможностью освободить кварки имеющимися способами и их, возможно, крайне малой концентрацией в природных веществах. Каков механизм удерживания, или конфайнмента? Определенного ответа еще нет, хотя, быть может, он содержится и уже используемой схеме квантовой хромодинамики. Дело в том, что соответствующие уравнения являются нелинейными и вообще весьма сложными (по сравнению, скажем, с уравнениями квантовой электродинамики). Поэтому далеко не все еще выяснено даже на базе существующей теории.

Развитие квантовой хромодинамики — очень большая и актуальная проблема. Вместе с тем, как уже подчеркивалось, даже при самом положительном отношении к кварковой модели число кварков еще нельзя считать окончательно установленным. Впрочем, это при невысоких энергиях не так уже важно, поскольку при этом «работают» в основном более легкие кварки и раньше всего кварки  $u$  и  $d$ . Более глубокий вопрос: являются ли кварки последними, наконец, «кирпичиками», из которых построены адроны? Уже тот факт, что кварков много, породил гипотезы о существовании протокварков или прекварков. В любом случае когда-то, казалось бы, с дальнейшим дроблением нужно «кончать». Трудно поверить в существование «бесконечной матрешки» — открыли одну куклу, а в ней другая, и так без конца. Собст-

венно, такие факты, как взаимное превращение частиц друг в друга (в первую очередь превращение протона в нейтрон и, наоборот, нейтрона в протон), выясненное на предыдущем этапе развития микрофизики, и «удержание» кварков, фигурирующее на современном этапе, свидетельствуют о появлении в каждой следующей «матрешке» качественно новых черт. Это делает разговоры о «матрешках» в значительной мере условными. Но каков будет следующий этап? Возможно, что на кварках «дробление» адронов остановится, но каких-то реальных оснований против введения прото-кварков сейчас тоже нет. Что на этот счет будут думать еще десять лет спустя? Никто, конечно, не возьмется ответить на подобные вопросы.

## 11. ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ СЛАБОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, W-БОЗОНЫ. ЛЕПТОНЫ

В последние три десятилетия своей жизни Альберт Эйнштейн посвятил много усилий созданию единой теории поля [7]. Когда эта его деятельность начиналась, были известны лишь два взаимодействия — электромагнитное и гравитационное. К их объединению, естественно, и стремились. Правда, в дальнейшем стали известны также слабое и сильное взаимодействия, но, насколько я знаю, Эйнштейн не предпринимал каких-либо попыток расширить спектр своих усилий на единую теорию всех взаимодействий. Работа Эйнштейна над созданием единой теории поля не принадлежала к числу модных в то время направлений и к тому же не была успешной с прагматической точки зрения. Поэтому, как писал недавно известный теоретик, нобелевский лауреат Ч. Янг, «в течение некоторого времени у ряда физиков было мнение, что идея объединения была всего лишь навязчивой идеей, овладевшей Эйнштейном на старости лет... Да, это была навязчивая идея, но с глубоким проникновением в суть фундаментальной структуры теоретической физики. И, хочу я добавить, именно эта идея является стержнем современной физики».

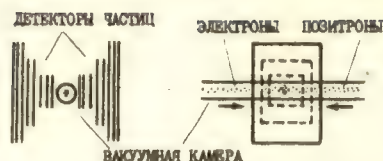
Действительно, единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия (или, как все чаще говорят, электрослабого взаимодействия), «великое объединение» (grand unification) — объединение слабого, электромагнитного и сильного взаимодействий — и, наконец, суперобъединение — объединение всех упомянутых взаимодействий с гравитационным — находятся сейчас в центре внимания теоретической физики.

Еще в 30-е годы возникло предположение, что слабое взаимодействие переносится промежуточными векторными  $W$ -бозонами (у векторной частицы спин равен единице, у скалярной — нулю), подобно тому как «переносчиком» электромагнитного взаимодействия можно считать фотоны. В этом смысле возможна глубокая аналогия между слабым и электромагнитным взаимодействиями. Но дело упиралось в два

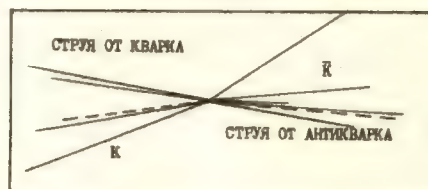


очень важных обстоятельства. Масса фотона равна нулю, а сами фотоны нам хорошо известны. Масса же промежуточных W-бозонов должна быть весьма большой, и они еще не обнаружены (последний факт связывают как раз с тем, что W-бозоны столь массивны, что их нельзя создать на существующих ускорителях: чем больше масса частицы, тем большая энергия нужна для ее получения). В таких условиях гипотеза промежуточных бозонов занимала примерно такое же место, как и большое число других предположений и предсказаний, не имеющих под собой солидного фундамента. В 1967 году возникла, однако, теория, в которой фотоны и W-бозоны рассматриваются единым образом, причем дается объяснение различию в их массах.

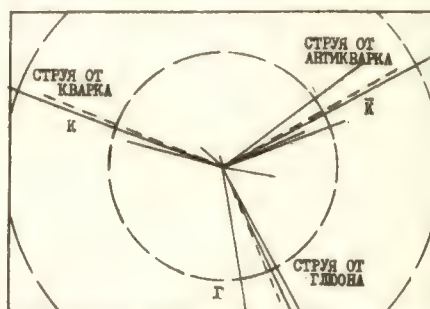
В основе единой теории электрослабого взаимодействия, а также великого объединения и суперобъединения, лежат глубокие идеи, касающиеся симметрии, обобщенной



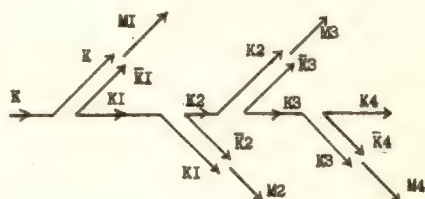
1



2



3



4

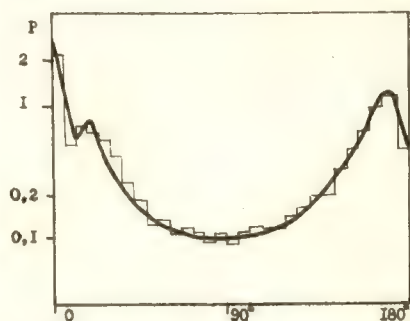
стици—кварк  $K_1$  и антикварк  $K_1$  (рис. 4). Анти-

тикварк  $K_1$  сразу же объединяется с первичным кварком  $K$  и вместе с ним образует мезон  $M_1$  (все мезоны состоят из кварка и антикварка), который летит примерно в ту же сторону, что и кварк  $K$ . Оставшийся после рождения мезона в одиночестве кварк  $K_1$  вновь создает неустойчивость вакуума, в которой вновь рождается пара кварк-анти-

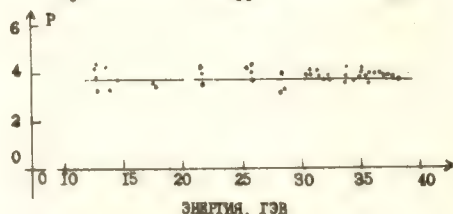
кварк— $K_2$   $K_2$  и кварк  $K_1$  с антикварком  $K_2$  вновь образуют мезон —  $M_2$ . По аналогичной схеме процесс развивается дальше, в результате чего появляется мезонная струя  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$  и т. д. Точно так же создает мезонную струю и первичный антикварк  $K$ , родившийся вместе с кварком  $K$  при анни-

гиляции электрона и позитрона.

Убедиться в том, что мезонные струи действительно рождены кварками и глюонами, позволяет сравнение результатов эксперимента с расчетами, выполненными на основе квантовой хромодинамики — теории, основанной на представлении о кварковой структуре «элементарных» частиц. Два примера таких сопоставлений иллюстрируются рисунками 5 и 6. На одном из них (рис. 5) показано предсказанное квантовой хромодинамикой распределение в пространстве некоторой энергетической характеристики  $P$  пионных струй (изогнутая линия) и хорошо совпадающего с этим предсказанием данные эксперимента (тонкая ломаная линия). Ниже (рис. 6) показана зависимость другой характеристики пионных струй от энергии сталкивающихся электронов и позитронов. И здесь отмечается неплохое совпадение пред-



5



6

сказаний кварковой теории (горизонтальная линия) с данными экспериментов (точки), полученными на разных ускорителях. Но всему этому нужно добавить, что в струях наблюдаются положительно и отрицательно заряженные мезоны, причем средний заряд струи, подсчитанный для большого числа событий, равен  $+1/3$  или  $-2/3$ , что подтверждает — мезонные струи рождены кварками.

калибровочной инвариантности и спонтанного нарушения симметрии. Во избежание профанации в данном сжатом обзоре не стоит, видимо, и пытаться осветить эти идеи даже в грубых чертах.

Но уместно подчеркнуть здесь два момента. Во-первых, сильные стороны единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий стали ясны лишь через несколько лет после ее создания. Во-вторых, один из существенных элементов этой теории—введение, помимо заряженных  $W^\pm$ -бозонов, также промежуточного векторного нейтрального, или иначе  $W^0$ -бозона. На теоретическом жаргоне процесс с участием  $W^0$ -бозона называют связанными с нейтральными токами. И вот в 1973 году, и с еще большей определенностью в последующие годы, было установлено на опыте, что нейтральные токи действительно существуют. В этом, несомненно, можно видеть торжество теории. Имеются и другие ее подтверждения. За работы в области объединения слабых и электромагнитных взаимодействий С. Вайнбергу, Ш. Глэшу и А. Саламу была присуждена Нобелевская премия по физике за 1979 год.

Вряд ли, однако, существующая теория электрослабых взаимодействий сможет считаться доказанной до обнаружения самих  $W$ -бозонов. По некоторым оценкам, масса заряженных бозонов лежит между 77 и 84 ГэВ, а нейтрального—в пределах 88—95 ГэВ. Массы эти могут оказаться и иными, но нет оснований думать, что они другие по порядку величины и, таким образом,  $W$ -бозоны можно будет создать уже на ускорителях следующего поколения.

Помимо  $W$ -бозонов, в новых теориях (особенно в тех, в которых пытаются одновременно рассмотреть слабые, электромагнитные и сильные взаимодействия) вводится еще ряд частиц, в частности скалярных. К сожалению, массы некоторых из них могут оказаться колоссальными, до  $10^{14}$  ГэВ и больше. Так что, быть может, выяснения вопроса о том, существуют ли такие частицы, придется ждать много десятилетий, если не дольше. Вряд ли, однако, это помешает решению судьбы теорий «в целом», ведь какие-то неисследованные вопросы в области всегда останутся. Правда, по крайней мере один скалярный бозон для теории электрослабого взаимодействия необходим, и, как предсказывается, масса этой частицы может лежать в уже доступной области энергий.

Неопределенность в этом вопросе оставляет теорию несколько незавершенной даже в ее основах. Сейчас к тому же прибавился один момент, ставящий перед теорией трудный вопрос. Из единой теории следует, как считается, что связь между слабыми и электромагнитными силами должна приводить к некоторым небольшим, но качественно новым эффектам в области атомной физики. Конкретно должна не сохраняться четность взаимодействия между электронами и нуклонами. В результате должна поворачиваться плоскость поляризации света (определенной длины волны),

проходящего через парь, скажем, висмута; при сохранении четности соответствующий поворот строго равен нулю. Такие опыты были поставлены в Оксфорде (Англия), Сиэттле (США), Новосибирске и Москве. В настоящий момент английские и американские данные представляются несколько неопределенными, данные новосибирской группы полностью подтверждают теорию, но данные московской группы резко противоречат предсказаниям теории. Как нужно расценивать такую ситуацию? Ответ однозначен: нужны новые эксперименты, проведенные другими группами. По-видимому, ждать результатов осталось недолго. Если предсказание теории подтвердится, то на ее горизонте не будет видно ни одного облачка (как уже отмечалось, рождение векторных бозонов еще не должно происходить на имеющихся ускорителях, и здесь о противоречиях говорить пока нет оснований). Если же подтвердится отрицательный результат, то это еще, вероятно, не будет крахом теории, но потребует, по-видимому, какой-то ее модификации. Не будем гадать о последствиях, подождем результатов эксперимента.

К числу выдающихся успехов микрофизики за последние годы нужно отнести также открытие еще одного лептона—частицы, подобной электрону и мю-лептору, то есть сильно не взаимодействующей. Речь идет о тау-лептоне с массой около 1780 МэВ. По-видимому, у этой частицы так же, как у электрона и мю-лептона, существует и «свое» нейтрино, хотя здесь доказательства носят косвенный характер. Вопрос о том, сколько всего может существовать лептонов, остается открытым, некоторые ограничения здесь следуют из космологических соображений.

Вообще особо выделенная в статье [1] общая проблема спектра масс частиц, то есть вопрос о предсказании «параметров» (в первую очередь массы и спина) всех существующих частиц, далеко не решена, особенно если иметь в виду частицы, «выпадающие» из схем «великого объединения» и «суперобъединения». Среди таких чисто гипотетических частиц и тахионы (частицы, движущиеся со сверхсветовой скоростью), которые скорее всего существовать все же не могут, максимоны (частицы с гигантской массой— $2,2 \cdot 10^{-55}$  г; такая масса называется планковской, она примерно в  $10^{19}$  раз больше массы протона), а также другие частицы, обладающие лишь гравитационным взаимодействием.

## 12. ВЕЛИКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ. РАСПАД ПРОТОНА. СУПЕРОБЪЕДИНЕНИЕ. МАССА НЕЙТРИНО

Успехи единой теории слабого и электромагнитного взаимодействия, с одной стороны, и достижения теории сильных взаимодействий (квантовой хромодинамики), с другой стороны, стимулируют создание еди-



ной теории этих трех взаимодействий. В основу такого «великого объединения» кладут шесть типов «трехцветных кварков» и три сорта лептонов с их «личными» нейтрино, причем у каждой частицы имеется античастица. Все эти 24 частицы с их античастицами и вместе с рядом скалярных (спин 0) и векторных (спин 1) бозонов соединяются вместе с учетом некоторых требований симметрии и калибровочной инвариантности — это и есть великое объединение, сложная многоплановая теоретическая картина, в которой должна отразиться физическая реальность. Картина эта еще далеко не завершена и не однозначна. Но основные качественные результаты великого объединения кажутся естественными уже из весьма общих соображений. В самом деле, поскольку кварки и лептоны как-то объединяются вместе, значит, они, вообще говоря, должны превращаться друг в друга и могут вносить вклад в массу всех частиц.

Отсюда вытекает поразительная возможность — протон оказывается нестабильным! Помимо распада протона, в некоторых вариантах теории предсказывается превращение нейтрона в антинейтрон и обратно (нейтронные осцилляции). Имеющиеся экспериментальные данные свидетельствуют о том, что среднее время жизни протона заведомо более чем  $10^{30}$  лет (напомним, что «возраст Вселенной», время ее наблюдаемого расширения составляет порядка  $10^{10}$  лет). Теория великого объединения еще не предсказывает точное время жизни протона: существуют варианты теории, в которых оно бесконечно (протон стабилен), но в ряде исследованных вариантов среднее время жизни протона вполне конечно, хотя и велико —  $10^{31}$ — $10^{33}$  года. Эксперименты по проверке этого предположения находятся в стадии подготовки, и в общем виде идея их такова: имеется большой детектор, большая масса вещества и аппаратура для регистрации распада протонов; если они действительно нестабильны, то в детекторе с какой-то вероятностью будут происходить распады протонов, и чем меньше среднее время их жизни, тем чаще; зная общее количество протонов в детекторе и измерив частоту распадов, можно легко посчитать и среднее время жизни протона.

В самом большом из строящихся детекторов  $10^4$  тонн воды, а в таком количестве содержится  $10^{34}$  нуклонов — протонов и нейтронов (связанный нейтрон должен распадаться с той же вероятностью, что и протон). Если среднее время жизни протона  $10^{31}$  лет, то в этом детекторе произойдет 1000 распадов в год, или 3 распада в сутки — зарегистрировать столь редкие распады и особенно выделить их из разного рода помех, задача сложная, но в принципе решаемая. Но если среднее время жизни протона  $10^{33}$  лет, то такая экспериментальная проверка отодвинется, видимо, на долгие годы. Поэтому если на создаваемых детекторах распад протона будет обнаружен, то это окажется торжеством теории великого объединения. Но отрицательные

результаты первых экспериментов еще не опровергнут предположения о нестабильности протона. Если время его жизни  $10^{33}$  лет, то сильные, слабые и электромагнитные взаимодействия сравниваются при колоссальной энергии  $10^{15}$ — $10^{16}$  ГэВ, чему отвечает масса, которая всего в тысячу раз меньше планковской, то есть в  $10^{16}$  раз больше, чем у протона.

Следующим шагом после великого объединения (следует еще раз подчеркнуть, что оно еще далеко не завершено) должно быть объединение всех взаимодействий, включая гравитационное, для чего уже понадобится иметь дело с энергией порядка  $10^{19}$  ГэВ.

Над объединением различных взаимодействий, отвечающих мечтам Эйнштейна о подлинно единой теории поля, сейчас усиленно работают. Теория, объединяющая электромагнитное и гравитационное взаимодействие, в которой приходится ввести также частицы со спином  $3/2$  (гравитино), называется супергравитацией. Существует еще более общая схема суперобъединения, охватывающая все известные взаимодействия.

Связь между нейтрино и другими частицами, отражающая их «объединение», приводит к тому, что нейтрино, вообще говоря, имеет отличную от нуля массу покоя, которая может, конечно, быть различной для электронного, мюонного и тау-нейтрино. Величину этой массы при современном состоянии теории вычислить нельзя, да если бы и было возможно, все равно необходимо определить массу нейтрино на опыте. Такая постановка вопроса отнюдь не нова. Масса электронного нейтрино раньше считалась равной нулю лишь по двум причинам. Во-первых, из опыта было известно, что эта масса заведомо меньше (как минимум в 10 тысяч раз), чем у легкой частицы — электрона. Во-вторых, теоретическая схема, в которой масса нейтрино равна нулю, проще и элегантнее, чем при ненулевой массе. Но, разумеется, была ясна недостаточность таких соображений и проводились опыты, позволяющие установить массу нейтрино. Результаты, показавшие, что масса эта не равна нулю и равна, видимо, 35 эВ (в 15 тысяч раз меньше массы электрона), были получены группой советских физиков несколько лет назад [8]. Недавно опыты такого типа были произведены с еще большей, по мнению их авторов, точностью и высказано утверждение, что масса нейтрино лежит в интервале 14—46 эВ. Нет сомнений в том, что опыты должны быть продолжены и при этом в нескольких лабораториях.

Другое указание на существование у нейтрино отличной от нуля массы получено рядом авторов, в частности из теоретического анализа возможных осцилляций нейтрино — превращения электронного нейтрино в другие «сорта» и наоборот. Если такие осцилляции имеют место, то массы различных нейтрино отличны одна от другой и, следовательно, по крайней мере одна из масс не должна равняться нулю. Экспериментально наличие осцилляций должно приводить к тому, что интенсивность даже



нерасходящегося пучка, скажем, электронного нейтрино, в вакууме должна изменяться с расстоянием. Обнаружение осцилляций позволило бы объяснить некоторые пока необъяснимые результаты опытов по детектированию нейтрино от Солнца, что, разумеется, важно с принципиальной стороны. Если масса нейтрино более 10 эВ, то это имеет огромное космологическое значение, и массы всех сортов нейтрино меньше 1 эВ, роль нейтрино для космологии уже, вообще говоря, незначительна. Для физики же, естественно, необходимо знать массу всех сортов нейтрино, независимо от того, какова ее величина. Определение массы нейтрино, бесспорно, одна из важнейших и актуальнейших задач микрофизики.

### 13. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ДЛИНА. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ ПРИ ВЫСОКИХ И СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

Фундаментальная длина — понятие пока сугубо гипотетическое, введенное физиками-теоретиками и некоторые их построения, в основном касающиеся микромира. Фундаментальную длину здесь проще всего, видимо, представить как минимальную протяженность, минимальные масштабы, для которых еще справедливы известные нам законы природы. За этим порогом, то есть в масштабах меньших, чем фундаменталь-

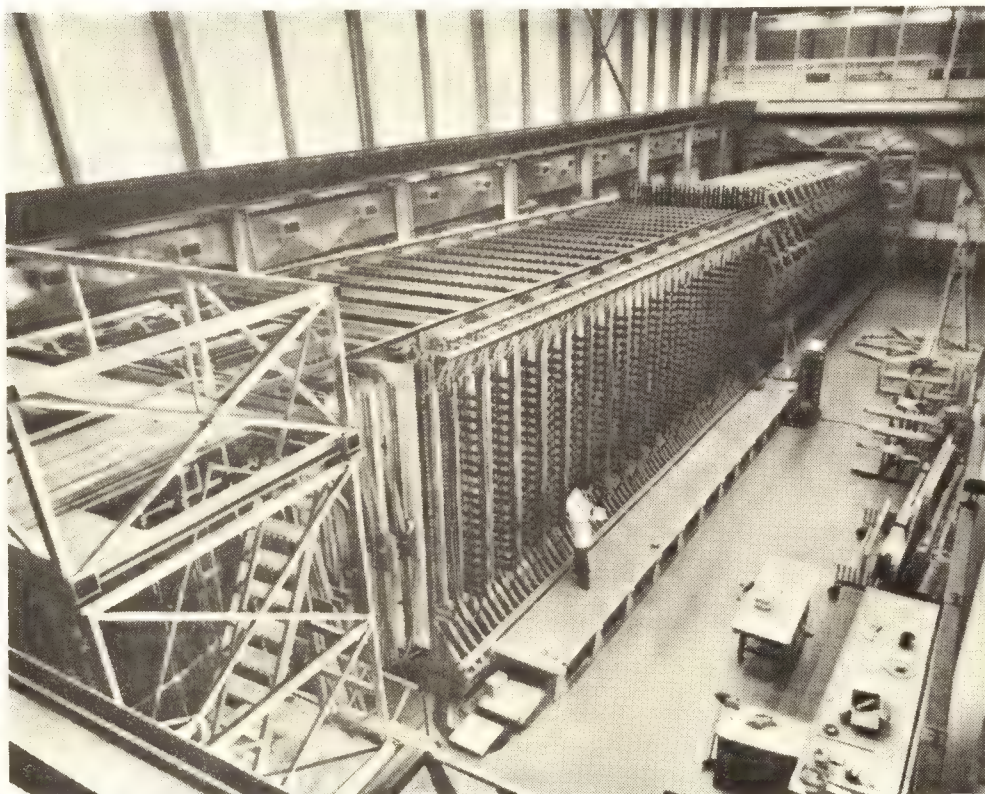
ная длина, знакомые нам законы природы должны радикально нарушаться, должна, как сейчас часто говорят, появляться новая физика [9].

Человеку, не имеющему необходимой подготовки (а может быть, лучше сказать, тре-

## ФИЗИКА НА МАРШЕ

### Фотоинформация из лабораторий

1. Новый мощный ускоритель с рекордной энергией частиц-снарядов, как правило, сразу становится центром широкого международного сотрудничества. Так, например, было, когда на протяжении ряда лет мировое первенство в энергии ускоренных частиц принадлежало серпуховскому синхротрону Института физики высоких энергий и в этом институте вместе с советскими учеными работали физики США, Франции, ФРГ, Италии, Голландии и ряда других стран. А сейчас советские физики вместе со своими зарубежными коллегами создают аппаратуру и участвуют в исследованиях на одном из крупнейших в мире ускорителей — синхротроне на 400 ГэВ в ЦЕРНе, в Европейском центре ядерных исследований (Женева). На снимке — в одном из экспериментальных залов этого ускорителя работает установка CHARM, на которой изучается взаимодействие нейтрино высоких энергий с веществом. Название установки — это аббревиатура, она говорит о том, что установку создали и работают на ней физики ЦЕРНа, Гамбурга, Амстердама, Рима и Москвы. В разных экспериментах, которые ведутся в ЦЕРНе, участвует несколько групп советских физиков из разных институтов.





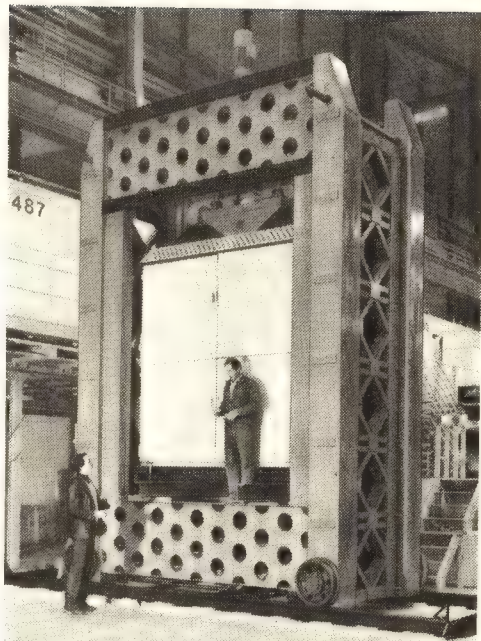
нировки) в сфере теоретической физики, не просто, конечно, сформировать для себя столь сложное понятие, как фундаментальная, или, иначе, элементарная, длина, этот своего рода квант пространства. Однако преодолевать подобного рода трудности приходится и при знакомстве с другими областями современной физики, прежде всего с квантовой механикой и теорией относительности [10, 11].

Проблема фундаментальной длины возникла как из общих соображений, восходящих к Риману и Эйнштейну, так и из «практических» потребностей теоретической физики: из необходимости как-то «расправляться» — устранять или по крайней мере обезвреживать встречающиеся в теории расходимости (бесконечные величины). Такие расходимости появляются в основном при учете все более коротких длин волн («ультрафиолетовая катастрофа»), которые фигурируют в различных выражениях теории.

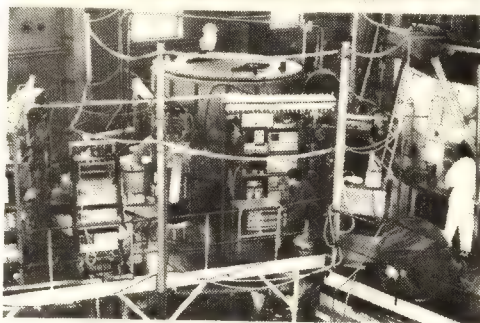
Для точечных частиц (проще говоря, идеальных, не имеющих размера), а в существующей релятивистской квантовой теории поля частицы считаются точечными, не существует какой-либо естественной длины, ограничивающей спектр, и, казалось бы, проявление расходимостей неизбежно. Однако еще в классической физике научились до известной степени обезвреживать некоторые расходимости путем так называемой «перенормировки» массы. Примером этой операции может служить замена в уравнении движения заряженной частицы суммы некоторой механической и электромагнитной масс на экспериментально наблюдаемую массу частицы.

Крупнейшим успехом квантовой электродинамики в 40-е и 50-е годы явилось проведение последовательной «перенормировки» всех расходящихся выражений при использовании теории возмущений. В результате была построена теория, полностью согласующаяся с экспериментом. Но экспериментальные данные отвечают длинам не меньшим примерно  $10^{-16}$  см (им соответствует энергия порядка 100 ГэВ), а это позволяет утверждать, что вплоть до расстояний  $10^{-16}$  см никакой фундаментальной длины не существует и применимы наши обычные представления о пространстве (это отвечает интервалу времени порядка  $3 \cdot 10^{-27}$  с). Раньше вводилась длина  $10^{-17}$  см, которая довольно широко использовалась в качестве границы применимости перенормируемых теорий. Введение этой границы ( $10^{-17}$  см), которую, по сути, следовало считать фундаментальной длиной, было необходимо, в частности, в теории слабых взаимодействий до ее объединения с электродинамикой. Но сейчас такое объединение осуществлено, теория стала перенормируемой и расходимости исчезли (в этом, собственно, состоит одно из основных достижений новой теории). Таким образом, уже нет реальных оснований для введения фундаментальной длины  $10^{-17}$  см.

Это обстоятельство столь вдохновило теоретиков, что о фундаментальной длине вообще практически забыли и смело работают



2



3

2. В Серпухове, в Институте физики высоких энергий, продолжаются работы по созданию ускорителя с огромной энергией протонов — 3000 ГэВ. Нынешний серпуховский синхротрон У-70 на 70 ГэВ будет служить для этого гигантского ускорителя инженером — источником предварительно ускоренных частиц. А пока на ускорителе У-70 ведутся интенсивные исследования и добываются интересные экспериментальные результаты. Так, с помощью показанного на снимке гадоскопического детектора ГАМС-2000 был обнаружен редкий распад эта-мезона на пи-мезон и пару фотонов; этот распад представляет большой интерес для современной теории взаимодействия элементарных частиц. Крупнейший в мире детектор этого типа ГАМС-4000 серпуховские физики установили в ЦЕРНе, в пучке ускорителя на 400 ГэВ. 3. В Ленинградском институте ядерной физики им. Б. П. Константинова АН СССР под руководством члена-корреспондента АН СССР В. М. Лобашева проводится эксперимент по поиску электрического дипольного момента нейтрона. Этот эксперимент имеет принципиальное значение, поскольку электрический дипольный момент элементарной частицы может существовать только в случае несохранения комбинированной четности, или СР-симметрии. Нарушение СР-симметрии было открыто в одном из процессов с участием К-мезонов, который пока остается единственным известным процессом такого рода. Обнаружение электрического дипольного момента нейтрона будет означать, что в микромире есть своя «стрела времени», а взаимодействие частиц обладает своеобразной временной необратимостью.



с длинами порядка  $10^{-29}$  —  $10^{-30}$  см и даже вплоть до так называемой гравитационной (планковской) длины  $10^{-33}$  см. Последняя величина и играет сейчас, по сути дела, роль фундаментальной длины. Такой подход разумен и оправдан, поскольку для введения длины меньшей, чем  $10^{-33}$  см, нет никаких реальных оснований. Но все же необходимо помнить, что производится экстраполяция известных пространственно-временных представлений на целых 17 порядков — от обобщенной величины  $10^{-16}$  см до принятой из некоторых соображений величины  $10^{-33}$  см. Столь дерзкая экстраполяция типична для физики. Другой ее пример — предположение о полной справедливости установленных в земных лабораториях законов для всей Вселенной, за исключением ближайших окрестностей «начальной» сингулярности (о чем подробнее будет рассказано в разделе «Астрофизика»). Если фундаментальная длина большая, чем  $10^{-33}$  см существует, то это, вероятно, радикально скажется на всей физике, причем не только на микрофизике, но и на представлении о микрокосмических черных минидырах и на космологии.

Вот почему вычеркнуть проблему фундаментальной длины из списка ключевых проблем физики и астрофизики нет оснований.

Что касается проблемы взаимодействия частиц при высоких и сверхвысоких энергиях, то она принадлежит к числу вечных. Меняется лишь граница энергии, достижимая в данный период. Десять лет назад максимальная энергия протонов, достигнутая на ускорителе, составляла 75 ГэВ (Серпухов), сейчас получена уже энергия 500 ГэВ (Батавия, США). Дальнейший прогресс связывается в первую очередь со встречными пучками. В ЦЕРНе уже работает такой ускоритель, причем в каждом из пучков энергия протонов равна 31 ГэВ, что эквивалентно «стрельбе» по неподвижной мишени протонами с энергией порядка 1000 ГэВ. Скоро (через несколько лет) вступит, вероятно, в строй ускоритель в той же Батавии с двумя встречными пучками протонов (или протонов и антипротонов) с энергией 1000 ГэВ в каждом. Это отвечает энергии протонов в лабораторной системе отсчета (энергия частицы, налетающей на неподвижную мишень)  $2 \cdot 10^6$  ГэВ. В СССР началось создание ускорителя, где можно будет сталкивать пучки протонов с энергией около 3000 ГэВ, что соответствует энергии протонов в лабораторной системе отсчета  $2 \cdot 10^7$  ГэВ. Большие энергии на ускорителях вряд ли будут достигнуты до конца нашего века, а это, кстати, означает, что с помощью ускорителей не удастся исследовать пространство, в частности в поисках фундаментальной длины, в масштабах менее  $5 \cdot 10^{-18}$  см.

В космических лучах заведомо имеются частицы с энергией  $10^{11}$  ГэВ, однако их очень мало. Но вот количество частиц с энергией  $10^9$  ГэВ уже вполне ощутимое, хотя, конечно, тоже небольшое — на площадь  $1 \text{ км}^2$  их падает порядка сотни в год. В 10 000 раз больше приходится к нам первичных частиц с энергией 107 ГэВ. Поэтому в области энергии до  $10^7$ — $10^9$  ГэВ еще

вполне реально использование космических лучей для физики высоких энергий, соответствующая установка строится у нас на горе Арагац. Пренебрежение космическими лучами для исследований в физике высоких энергий в области, еще не достигнутой на ускорителях, представляется по меньшей мере близорукостью. Впрочем, быть может, здесь правильное говорить о снобизме, весьма распространенном и в научной среде. Так или иначе, вся история развития физики высоких энергий достаточно ясно свидетельствует в пользу использования космических лучей в физике высоких энергий, и можно надеяться, что будущее еще раз подтвердит такое заключение.

#### 14. НАРУШЕНИЕ СР-ИНВАРИАНТНОСТИ. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВАКУУМЕ В СВЕРХСИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ. НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ О РАЗВИТИИ МИКРОФИЗИКИ

Само понятие СР-инвариантности (С — зарядовое сопряжение, Р — четность) отражает некоторое свойство ядерных процессов, которое в вольном изложении могло бы звучать так: ход процесса никак не изменится, если заменить все частицы их античастицами и одновременно заменить «правую» систему координат на «левую». Во всех известных процессах наблюдается сохранение СР-инвариантности, за исключением одного довольно редкого распада нейтрального ка-мезона —  $K^0$  [10]. Тем не менее исключение как раз и определяет особый интерес к проблеме.

В статье [1] проблеме нарушения СР-инвариантности был посвящен специальный раздел. Она и теперь остается важной и в целом нерешенной, но стала одной из многих в весьма широком спектре проблем, обсуждаемых в рамках калибровочных теорий. Сюда можно отнести, в частности, широкий круг вопросов, связанных с нелинейными явлениями в вакууме в сильных электромагнитных полях.

Постановка задачи здесь отнюдь не нова и восходит к началу 30-х годов. Именно тогда было понято, что в сильных полях — в электрическом поле с напряженностью порядка  $3 \cdot 10^{16}$  В/см и магнитном поле с напряженностью порядка  $10^{14}$  Э — вакуум ведет себя подобно некоторой нелинейной среде. К тому же в достаточно сильном электрическом поле могут рождаться электрон-позитронные пары. Однако долгое время с подобных сверхсильных полей приходилось только мечтать, и проблема оставалась чисто теоретической без особых надежд на экспериментальную проверку. Открытие пульсаров (вращающихся намагниченных нейтронных звезд), на поверхности которых поле сравнимо с названной выше величиной  $10^{14}$  Э (или, точнее, лишь на один-два порядка меньше), изменило ситуацию. Кроме того, выяснилось, что частицы с высокой энергией могут порождать пары  $e^+e^-$  в электрическом поле, напряженность которого во много раз меньше, чем

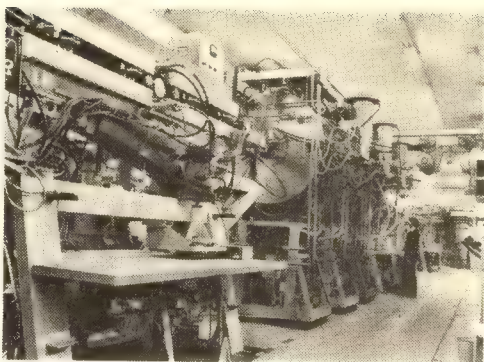


$3 \cdot 10^{16}$  В/см. Сверхсильные электрические поля существуют вблизи атомных ядер. Все это, естественно, повышает интерес к обсуждаемой проблеме нелинейности в вакууме в сильных полях, выделяет ее.

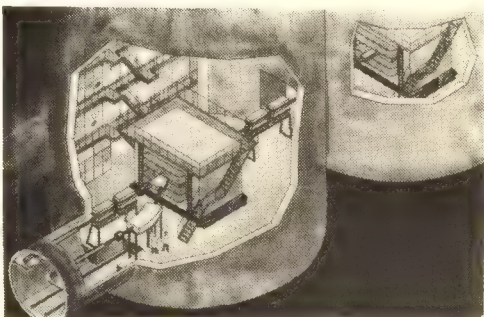
В целом же нужно отметить, что в области микрофизики отдельные темы и проблемы как-то теснее смыкаются друг с другом по сравнению с макрофизикой и астрофизикой. В общем, это понятно: многие направления микрофизики относительно молоды, не успели далеко разойтись. Приведенный в этом разделе перечень проблем довольно условен и может быть без труда изменен, детализирован и дополнен. Совсем не были упомянуты, например, пионная конденсация (гипотетическое явление, приводящее к появлению сверхплотного вещества в атомных ядрах или, быть может, даже некоторых звезд) и ударные волны, возникающие при соударениях тяжелых ядер, вопрос о поведении вещества при сверхвысоких плотностях и температурах, проблема магнитных монополей (однополюсных магнитов), вопрос о физическом содержании понятия «вакуум» [12], особенно в нестационарных условиях. При этом перечисленные проблемы, как и вопросы о барионной асимметрии Вселенной (не объясненное пока огромное преобладание во Вселенной количества частиц над античастицами) и об изменении физических «констант», со временем можно отнести не только (и даже не столько) к физике, сколько к космологии.

Последнее, разумеется, не случайно. Физика и космология всегда были связаны, но сейчас эта связь стала особенно тесной и двусторонней. Многие из рассказанного выше указывает, что для физики очень важны расстояния порядка  $10^{-20}$  —  $10^{-30}$  см и энергии порядка  $10^{15}$  —  $10^{16}$  ГэВ. Но ни подобные расстояния, ни такие энергии для лабораторной физики сейчас совершенно недоступны. Единственное «место», где вещество характеризуется этими величинами, — это ранние стадии космологической эволюции, причем длине  $3 \cdot 10^{-30}$  см отвечает плотность вещества  $10^{80}$  г/см. (Напомним, что планковская плотность вещества  $10^{94}$  г/см соответствует расстояниям  $10^{-33}$  см.) Особый интерес, конечно, представляют и значительно меньшие плотности вплоть до плотности ядерного вещества  $3 \cdot 10^{14}$  г/см, но и об этом состоянии вещества сведения можно почерпнуть только из космологии.

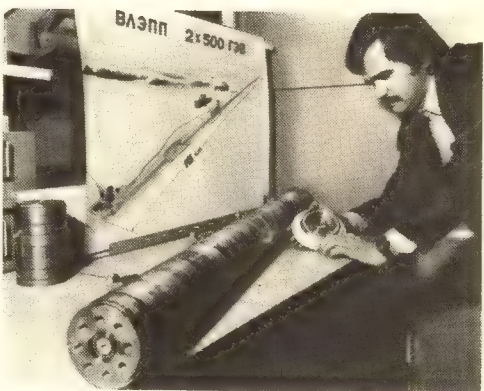
Прогресс в области конкретных направлений в науке происходит в известных пределах неравномерно. Встречаются бурные годы и десятилетия, бывают и периоды застоя и даже разброда. Особенно это относится к такой области, как микрофизика, которая при используемом здесь ее определении и понимании всегда находится впереди, на переднем крае. В нашем столетии самым блестящим в прошлом периодом в развитии микрофизики всеми будет, вероятно, признан интервал, ограниченный 1924—1925 и 1930—1932 годами. За эти годы была построена, в большей мере развита и понята нерелятивистская квантовая механика и заложены основы релятивистской квантовой



4



5



6

4. В Институте ядерной физики Сибирского отделения АН СССР, который всем миром признан пионером применения метода встречных пучков в ускорительной технике, уже несколько лет ведут исследования на крупной установке ВЭПП-4. Здесь сталкивают электроны и позитроны с энергией 5,5 ГэВ. Такая энергия частиц во встречных пучках эквивалентна «стрельбе» по неподвижной мишени частицами с энергией около 60 ГэВ. На снимке виден один из прямолинейных участков этой кольцевой подобной установки, периметр которой 360 метров.

5, 6. Новосибирские физики ведут работы по созданию гигантского комплекса уже не кольцевых, а линейных ускорителей со встречными электрон-позитронными пучками сверхвысоких энергий (ВЛЭПП). В эту установку войдут два линейных ускорителя длиной по 5 километров. В месте встречи частиц их энергия будет достигать 500 ГэВ, что в ряде экспериментов можно приравнять к ускорению частиц, направленных на неподвижную мишень до 20 000 ГэВ. О масштабах будущей установки можно судить по эскизному рисунку ее экспериментального зала (фото 5) и по участку экспериментальной ускоряющей структуры (фото 6), которая растянется на 10 километров.



теории. К тому же в 1932 году были открыты позитрон и нейтрон, а в 1931 году сделано предположение о существовании нейтрино.

Но затем начались затруднения. Основное из них было связано с появлением расходящихся выражений (го есть стремящихся к бесконечности), препятствовавших развитию даже электродинамики, не говоря уже о зародившихся теориях слабого и сильного взаимодействий. Встретились трудности и в релятивистской теории частиц со спином, больши́м  $\frac{1}{2}$ , то есть со спином 1,  $\frac{3}{2}$ , 2 и т. д.

Никаких рецептов и предписаний, как двигаться в неизведанной области, не существует. Действуют методом проб и ошибок. Побеждает тот, у кого лучше интуиция, умение решить сложную задачу. Впрочем, не меньшую роль, видимо, если речь не идет о титанах масштаба Эйнштейна, играют удача и случай.

Можно вспомнить те направления, которые «гремели», например, в период, начиная с тридцатых годов: ламбда-лимитинг-процесс, нелокальная теория поля, учет инерции собственного поля в теории с высшими спинами и релятивистские уравнения для частиц с многими спинами, метод перенормировок в квантовой электродинамике, метод дисперсионных соотношений, аксиоматический подход, метод S-матрицы (с отрицанием роли лагранжиановых и гамильтоновских уравнений), бутстреп, реджистика... Из всего этого большой успех был достигнут (в конце 40-х годов) только в электродинамике в результате использования метода перенормировок. Результат получился блестящий, но в теоретическом плане он кажется несколько «техническим» и ограниченным. Во всяком случае, хотелось бы иметь теорию, свободную от всяких перенормировок и, во всяком случае, не ограничивающуюся электродинамикой. Остальные подходы (кроме метода перенормировок) не могут претендовать на многое. Некоторые из них всегда казались безыдейными, а «из пустого гнезда воробей не вылетит».

(Эти замечания можно неверно понять. В самом деле, как уже подчеркивалось, при движении в неизведанной области только достигнутый успех подтверждает правильность выбранного пути. Поэтому никто не может на серьезном уровне заранее объявлять те или иные подходы «идейными» или «безыдейными». Вместе с тем при рождении новых гипотез и предложений каждый заинтересованный наблюдатель выносит для себя определенное интуитивное суждение, делает какой-то прогноз. В дальнейшем, естественно, такой наблюдатель радуется, если оказался прав, и огорчается в случае ошибки. Только в таком смысле автор и позволяет себе делать оценочные замечания типа приведенного в тексте. Например, я огорчен тем, что недооценил в свое время кварковую гипотезу, и доволен, что правильно почувствовал (а быть может, просто угадал?) бесплодность некоторых попыток построить новую теорию. Что же касается метода перенормировок (давным-давно применяющегося уже в классической электродинамике в отношении массы частиц), то

некоторые физики (быть может, даже большинство) считают его вполне удовлетворительным. Отраженное в тексте более прохладное отношение к перенормировкам также встречается в литературе.)

Напротив, то, что происходит в настоящее время, хотя и не во всем является новым, базируется на богатом идейном фундаменте. Представления о строении материи поднялись на новую ступень (кварки, глюоны и т. д.). Имеется целый ряд реальных достижений в области теории слабых и сильных взаимодействий. Контраст столь резок, что он бросается в глаза. Поэтому можно, во всяком случае, наблюдая со стороны, превозносить последние успехи в области микрофизики. Вполне возможно, что переживаемый период будет уже вскоре признан столь же значительным в истории физики, как и упомянутое выше время, когда была создана квантовая механика.

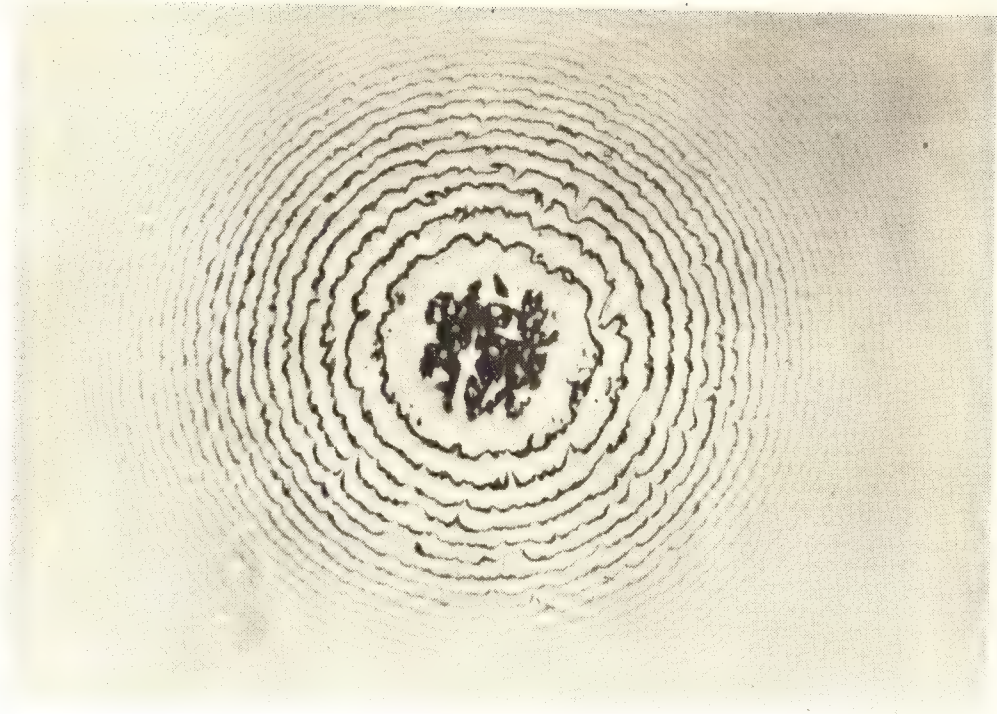
Несмотря на подобное отношение, нельзя не видеть, что ни о какой завершенности единой теории взаимодействий говорить еще не приходится. Как подчеркивалось, это справедливо даже в отношении теории электрослабого взаимодействия. Ее можно было бы считать в основном установленной, если бы были открыты электрически заряженные ( $+$  и  $-$ ) и нейтральные  $W$ -бозоны, выяснен вопрос о скалярном мезоне и разрешена, в согласии с теорией, возникшая неясность в отношении вращения плоскости поляризации в висмуте. Что же касается квантовой хромодинамики, великого объединения и суперобъединения, то в этих областях незавершенность теории еще более очевидна и вполне возможны неожиданности. Тем интереснее будет следить за дальнейшим развитием событий как в отношении теории, так и в области эксперимента.

*(Окончание следует).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург В. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными. УФН, том 103, выпуск 1, январь 1971 г., адаптированный вариант «Наука и жизнь» № 2, 1971 г.
2. Гинзбург В. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (десять лет спустя). УФН, том 134, выпуск 3, июль 1981 г.
3. Велихов Е. Физика — наука наступающая. «Наука и жизнь», № 11, 1981 г.
4. Логунов А., Ярба В. В глубины строения материи. «Наука и жизнь» № 3, 1981 г.
5. Шифман М. Продолжение следует. «Наука и жизнь» № 6, 1981 г.
6. Сворень Р. Конструируется микромир. «Наука и жизнь» № 9, 1981 г.
7. Салам А. Последний замысел Эйнштейна: объединение фундаментальных взаимодействий и свойства пространства времени. «Природа» № 1, 1981 г.
8. Сворень Р. Призраки на весах. «Наука и жизнь» № 8, 1980 г.
9. Киржниц Д. Фундаментальная длина. «Наука и жизнь» № 7, 1977 г.
10. Смородинский Я. Что знают и что пытаются узнать об элементарных частицах. «Наука и жизнь» № 4, 5, 6, 1968 г.
11. Батыгин В. Законы микромира. Издательство «Просвещение», 1981 г.
12. Мигдал А. «Огонь, мерцающий в сосуде». «Наука и жизнь» № 8, 1978 г.





Поверхность шарика для шарикоподшипника сфотографирована с помощью интерференционного микроскопа фирмы «Цейс» (ГДР). Высота неровностей на поверхности шарика — около четверти микрометра.

Капуста знаменита своей пластичностью. В результате нескольких тысяч лет возделывания человек так изменил ее внешность, добился такого разнообразия, что ученые сейчас не могут решить, от какого именно дикого вида произошла культурная капуста. Нет единства между ботаниками и в вопросе о том, относятся ли такие разные культуры, как кочанная, цветная и брюссельская капуста, к разным видам или это всего лишь формы одного вида.

На снимке: капуста, превращенная во вьющееся растение типа лианы путем обработки гиббереллином — стимулятором роста растений.



НАУКА И ЖИЗНЬ

**ФОТОБЛОКНОТ**

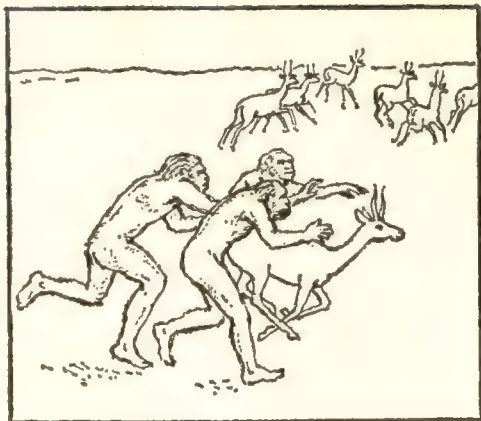
Вести из лабораторий



● Г И П О Т Е З Ы,  
ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ,  
Д О Г А Д К И

# ОТ ОБЕЗЬЯНЫ К ЧЕЛОВЕКУ

На вопросы нашего корреспондента Л. СТИШКОВСКОЙ отвечает доктор исторических наук, старший научный сотрудник Института этнографии имени Н. Н. Миклухо-Маклая АН СССР Л. ФАЙНБЕРГ.



— Однажды в руки мне попала статья видного американского ученого Шервуда Л. Уошберна «Эволюция человека». И вдруг читаю: «Здоровый смысл человека воспринимает время как довольно короткий ряд последовательных этапов: рождение, рост, смерть. К этому восприятию биологического времени можно добавить чувство социального времени: менее четко различимый период, охватывающий три — пять поколений, исполненные значения для участников спектакля, который можно назвать «Жизнь человеческого общества». Более длительные периоды времени не обладают подобным эмоциональным воздействием». Трудно не согласиться с Уошберном. Но тогда тем более поразительна необыкновенная любознательность, которую проявляем все мы к жизни существ, обитавших на Земле миллион и даже три миллиона лет назад.

Сегодня наука довольно много знает о них. Об эволюции человека гораздо больше данных, чем об эволюции других видов. Однако загадок еще достаточно. Не могли бы вы приоткрыть завесу над одной из них: как жили наши далекие предки? Что собой представляли их коллективы, каким образом они возникли?

— Разобраться в происшедшем в столь давние времена можно лишь путем сравнения. Но с кем и с чем нужно проводить сравнение? Едва задашь этот вопрос, попадаешь в заколдованный круг. Препятствие первое. Социальные институты, возникшие в первобытном обществе нижнего палеолита, были созданы людьми. Значит, ни по характеру, ни по принципам изучения их нельзя отождествлять с объединениями животных. Однако наши далекие предки, жившие сотни тысячелетий назад, сильно отличались от современного человека. А это значит, что мы не можем проводить и прямые этнографические аналогии с обществами самых отсталых современных охотников и собирателей, — это второе препятствие.

Но забудем на секунду о питекантропах и неандертальцах. Тем более что на смену им в начале верхнего палеолита пришли люди современного физического типа — кроманьонцы. Однако не существует этно-

графических аналогов и для их обществ. Ведь даже наиболее примитивные культуры, сохранившиеся до наших дней, находятся на уровне не ниже мезолита (см. 6—7-ю стр. цв. вкладки).

— Если я правильно поняла, ситуация безвыходная!

— Нет, на мой взгляд, выход есть. Понять, как зарождались и развивались социальные институты раннего человечества, можно, если придерживаться золотой середины. Сейчас этологами, и в частности приматологами, собран богатейший материал. Накоплено немало интересных исследований и этнографами, изучавшими жизнь примитивных охотников. И надо проанализировать и то и другое.

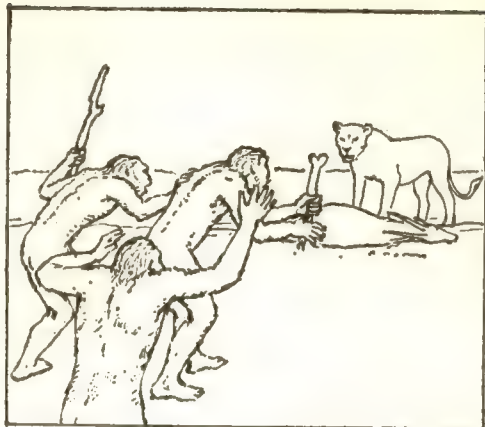
То, что род человеческий идет от обезьян, — сегодня факт общеизвестный. Напомню и другой общеизвестный факт. Важнейшим рычагом развития человека из обезьяны был общественный инстинкт. Фридрих Энгельс считал его необходимой предпосылкой возникновения человеческого общества.

Хочу подчеркнуть и вот еще что. Переход от старого к новому мог совершаться не путем полного уничтожения черт старого качества, а диалектически, по закону отрицания, чтобы, как писал Владимир Ильич Ленин, «удержать положительное в его отрицательном, содержание предпосылки — в ее результате». Выжить и развиваться прегоминиды, или, иначе, предлюди, могли только в рамках объединений, переходных по своей внутренней сущности от сообществ животных к человеческим коллективам. И новое содержание скорее всего реализовывалось в старой форме как единственно существовавшей.

— Какие же нормы поведения и формы организации могли унаследовать древнейшие люди от сообществ животных?

— Возьмем современных приматов, они ближе всех к человеку. Что представляют собой их сообщества? Стада многих видов обезьян состоят из групп, родственных по материнской линии. Детеныши, например, макаков резусов, особенно самки, сохраняют тесные связи с матерью, несмотря на то, что давно стали взрослыми. Родственники чаще всего контактируют между собой. Они держатся рядом, сидят, прижав-





шись друг к другу, играют. Даже спят обезьяны в основном возле родственников матери. Исследования показали, что ранг и, следовательно, положение каждого нового поколения, появляющегося в стаде, определяются рангом матери. О прочности связей по материнской линии говорят такие примеры: перейдя в другое стадо, братья макаки помогают друг другу повысить ранг. У шимпанзе после гибели матери старшая сестра воспитывает двухлетнего брата. А защищать его помогает ее ровесник брат.

Вторая особенность, характерная для сообществ обезьян: самки многих видов на всю жизнь остаются в стаде, где они родились, а самцы (мартышки, павианы, макаки) систематически переходят из одного стада в другое. Поэтому для самок важнее отношения, которые складываются между ними со дня рождения.

У человекообразных обезьян картина та же: гориллы переходят в другие стада, а самцы шимпанзе, став взрослыми, присоединяются к группе, соседней с группой их матери.

Поскольку разные виды приматов ведут себя сходно, можно предположить, что аналогичным образом поступали и древние обезьяны — предки первых гоминид.

— Но какой смысл в подобных перемещениях?

— По-видимому, это — проявление открытого несколько лет назад В. А. Геодакьяном общего закона биологической эволюции, согласно которому женский пол олицетворяет устойчивость, через него действует стабилизирующий отбор, а мужской пол несет функции подвижного начала и создает поле для эволюционной изменчивости.

Уход приматов из своего стада предотвращает близкородственные скрещивания. Не менее важно, что обмен генным материалом осуществляется между соседними группами, принадлежащими к одной популяции. Вероятно, сочетание этих тенденций должно было способствовать эволюционному развитию человека. Усиленное социальными факторами, оно привело к полному запрету браков между людьми, принадлежавшими к одному родственному коллективу. И в конце концов создало

Подобно гиеновым собакам, древние люди, вероятно, были способны отбить от стада слабое животное.

Ученые полагают, что с помощью угрожающих криков, размахивания палками они могли отогнать хищника от его добычи и завладеть ею.

Вернувшиеся с охоты делятся пищей с женщинами и детьми.

предпосылку для возникновения в отдаленном будущем слабого прообраза племен, состоящего из родов, внутри которых браки запрещались; вступать в брак могли лишь люди из разных родов.

Но если в генетическом плане самки обеспечивают стабильность, а самцы — изменчивость, то с точки зрения их поведения соотношение противоположное: самки и их потомство выступают носителями нового, а взрослые самцы воплощают «консервативное» начало.

Чтобы выяснить, как у обезьян вырабатываются новые навыки, в заповедниках Японии были проведены эксперименты с макаками. Их начали подкармливать клубнями сладкого картофеля — батата. И вот однажды молодая обезьяна не стала стряхивать с клубня песок, а пошла к ручью и вымыла его. Через девять лет так поступали 70 процентов ее соплеменников и 90 процентов молодого поколения, появившегося в стаде после возникновения этого навыка.

Как же передавались и закреплялись из поколения в поколение новые навыки? Наблюдения и опыты, длившиеся более десятилетия, показали, что сначала они возникали у молодняка, который передавал их своим матерям. Животные, родившиеся после того, как навык появился, перенимали его от своих матерей. Дольше всех не усваивали новое взрослые самцы.

Предкам пераых гоминид, чтобы выжить, необходимо было приспосабливаться к меняющимся условиям среды, осваивать новые виды пищи. Поэтому роль самок как наиболее стабильной части стада, а также «творца» и закрепителя новых привычек могла быть особенно велика. Известная исследовательница поведения обезьян Н. А. Тих предполагает, что процесс, приведший к победе «линии самок», начался еще в эпоху предлюдей, а завершился он в верхнем палеолите, с появлением Homo sapiens.

— Нина Александровна Тих и, насколько мне известно, некоторые другие советские и зарубежные ученые считают, что по структуре и сложности отношений сообщества низших обезьян, в частности павианов и макаков, стоят ближе к животным предкам человека, чем современные сообщества шимпанзе и горилл. Придерживаетесь ли вы этой точки зрения?

— Мысль о том, что прегоминиды могли иметь много черт волкоподобных приматов, ближайшей современной параллелью которых служат павианы, высказал еще в 1917 году английский ученый К. Рид. Большинство исследователей сейчас придерживаются мнения, что переход от объединения животных к человеческому обществу совершался в саванне, примерно в тех же природных условиях, в которых живут современные павианы. Параллели с низшими обезьянами возможны. Роль экологии велика. Ведь известно, что у обезьян разных видов, обитающих в сходных условиях, больше общего, чем у приматов одного вида, но живущих в разных условиях.

Однако непосредственными предками прегоминид были не древние павианы, а антропоиды третичного периода. Пока они жили в лесной местности и питались в основном растительной пищей, их сообщества скорее всего походили на стада современных горилл и шимпанзе. В каждом из них были группы, состоящие из матерей и детенышей, самок, взрослых самцов. При переходе на открытую местность такая организация должна ужесточаться.

Понять характер воздействия экологических условий на прегоминид при переходе их из леса в саванну помогают проведенные недавно в Танзании и Восточном Заире исследования. Наблюдения велись за шимпанзе, обитающими в лесу и на краю леса (эти проводят иногда целые дни в саванне). Отправляясь в саванну, шимпанзе выстраиваются определенным образом: сначала идут самки с детенышами, за ними самцы и в арьергарде — молодняк. Такое пространственное сближение напоминает структуру стада павианов. Однако едва шимпанзе возвращаются в лес, они опять разбиваются на обычные группировки.

Были обнаружены и другие отличия в поведении шимпанзе. В лесу они передвигаются только на четырех конечностях. В саванне же 10—15 процентов пути проходят на двух ногах. Это, безусловно, увеличивает обзор местности, создает потенциальную возможность взять что-то в руки — пищу или оружие.

По-разному ведут себя шимпанзе, обитающие в саванне и в лесу, и по отношению к хищникам. Были проделаны эксперименты. На стену вольеры, где жили шимпанзе из саванны, посадили ручного леопарда. Увидев его, обезьяны схватили ветки, лежащие на полу, и стали метко кидать их в хищника. Лесные шимпанзе, обнаружив модель леопарда, подняли невообразимый шум, они раскачивали ветки деревьев, кустарники, всячески стараясь отпугнуть хищника; о том, чтобы напасть на него, не было и речи.

Все это свидетельствует о большой пластичности поведения шимпанзе и о его зависимости от условий обитания. Мы вправе предполагать, что прегоминиды обладали сходными и не меньшими возможностями приспособления к среде, чем шимпанзе.

— Для животных, живущих стадами, очень важно согласовывать свои действия, сохранять единство группы. Особенно это необходимо, когда назревает опасность подвергнуться нападению. У человекообразных обезьян—предков древнейших людей,— обосновавшихся в саванне, шансы стать добычей хищников увеличились. Значит, и поведение их должно было измениться!

— Существует две возможности поддерживать единство в сообществе. Обезьяны, живущие на открытой местности, всегда ориентируются на доминирующего самца. И у павианов и у макаков глава стада все время следит за своими собратьями. У гамадрилов самец кусает тех, кто удаляется от него на большое расстояние.

Иначе складываются отношения в сообществах человекообразных обезьян. У горилл самец-вожак, прежде чем отправиться куда-нибудь, встает вертикально на видном месте, выпрямив ноги. Постепенно остальные члены стада собираются вокруг него и идут вслед за ним. Чтобы привлечь к себе внимание, шимпанзе устраивают так называемые карнавалы: визжат, прыгают, бросают в воздух ветви.

Ни гориллам, ни шимпанзе не свойственны какие-либо формы постоянной конкуренции. Человекообразные обезьяны, находясь в стаде, пользуются достаточной свободой. Два или три подростка шимпанзе могут, обнявшись, отправиться знакомиться с новой местностью. Шимпанзе иногда подолгу рассматривают заинтересовавший их предмет, а чтобы достичь цели, они способны видоизменять свои действия, изобретать новые приемы. Павианы и обезьяны других видов, будучи изолированными, проявляют многие из присущих шимпанзе способностей к решению задач. Но в сообществе они лимитированы довольно жесткой структурой внутривидового поведения.

Когда антропоиды, предки прегоминид, начали жить в саванне, вероятность нападения хищников стала больше. И, по-видимому, они вынуждены были сочетать систему доминирования и ориентации на вожака (как у павианов) с пластичностью поведения современных горилл и шимпанзе. В противном случае исследовательская деятельность и способность изменять свои действия были бы резко ограничены поведенческими стереотипами. А это, в свою очередь, тормозило бы зарождение и развитие трудовой деятельности, появление начальных форм культуры.

Большая психическая близость прегоминид к антропоидам, а не к низшим обезьянам позволяет предположить, что согласованность предчеловеческого стада достигалась не посредством агрессии или угрозы доминирующих членов стада, а путем



использования поз, жестов, звуков, как у шимпанзе и горилл.

— Можно ли представить себе, какой была у наших далеких предков система воспитания детенышей?

— Я уже говорил, что многие виды обезьян сходно относятся к своему потомству. У шимпанзе, как и у макаков, взрослые детеныши, особенно самки, проводят немало времени с матерями. Нередки случаи, когда мать разрешает взрослым детям взять, например, банан, который она уже держит в руке. Матери защищают своих детей, даже взрослых: самки высокого ранга нападают на обидчика, а низкого — подходят к нему и принимают просящую позу.

В отличие от шимпанзе матери у павианов и лангуров, как только перестают кормить детенышей (происходит это через 5—8 месяцев после их рождения), почти все время проводят в группе молодняка. Группа находится под защитой не только матерей, но и всего стада.

Мне кажется, по характеру воспитания потомства павианы могут быть более сходны с прегоминидами, также жившими в открытой местности, полной опасностей, чем с шимпанзе, обитающими в относительно спокойных условиях и не нуждающимися в выражении потомства сообща.

— Люди стали людьми прежде всего благодаря труду. В эпоху становления человеческого общества, как известно, важнейшей формой совместного труда была охота. Когда наши далекие предки стали разнообразить вегетарианскую диету мясом, когда они начали охотиться!

— Исследования, проведенные Дж. Шаллером, Г. Лаузером и другими учеными, показали, что современные хищники Африки, включая гиен, добывают пищу четырьмя способами: поедают падаль, отнимают добычу, убитую другими, нападают на молодняк, мелких, больных животных и охотятся на взрослых здоровых зверей. Подсчет количества пищи, добытой каждым из этих способов на определенной площади, привел ученых к выводу, что прегоминидам и первым гоминидам, чтобы получить существенное количество мяса и не питаться исключительно растительной пищей, необходимо было прибегать по меньшей мере к первым трем способам. Но не все здесь однозначно. Во-первых, даже те популяции обезьян, которые едят мясо, не подбирают объедков. Во-вторых, крупный хищник не может питаться исключительно или в основном падалью. Одна из причин: ее нелегко найти.

Большинство животных охотится ночью, так что к утру добыча часто оказывается съеденной либо самими охотниками, либо их собратьями. Наши далекие предки, как почти все приматы, были активны днем. Если они уходили на поиски чужой добычи и все же обнаруживали ее остатки, вполне вероятно, что возле нее могли оказаться дневные крупные хищники. Прегоминидам и ранним гоминидам надо было бы вступать в борьбу с грозными соперниками. По-видимому, все-таки

они могли получить больше мяса и с меньшей опасностью для себя с помощью охоты, к тому же охотясь днем, когда у них было сравнительно мало конкурентов — дневных хищников.

Эти предположения подтверждает и археологический материал. Охота от случая к случаю, судя по всему, существовала еще на предчеловеческой стадии у австралопитеков 4—5 миллионов лет назад. На найденных археологами черепах павианов есть следы ударов какими-то предметами, а кости копытных животных разломаны еще в свежем состоянии. Однако ведущей формой хозяйства охота стала у творцов олдувайской культуры — существ типа *Homo habilis* (человека умелого). Они, кстати, еще не умели ни добывать огонь, ни пользоваться им. Охотились и ашельцы — пришедшие на смену человеку умелому питекантропы и синантропы. На их стоянках преобладают кости одного, редко двух видов животных. Если бы они подбирали остатки добычи хищников, были бы обнаружены кости гораздо большего количества видов, обитавших в данной местности.

В европейской части нашей страны, так же как в Африке, Западной Европе и других регионах земного шара, охота в ашель, а затем и в мустье была главным источником питания наших далеких предков. Представление о масштабах охоты у людей нижнего палеолита дают, например, 60 тысяч костей, найденных на стоянке в пещере Староселье (Крым), и 15 тысяч — в пещере Аман-Кутан (Средняя Азия). Охота носила избирательный характер и велась на наиболее массовых и крупных животных каждого района обитания древнейших и древних людей.

— Каким образом они охотились?

— Одним из источников изучения способов охоты у наших далеких предков может служить анализ охоты стайных хищников.

— Почему именно хищников?

— У прегоминид и ранних гоминид больше общего с хищниками, а не с обезьянами прежде всего по выбору объектов охоты. Наши древнепалеолитические предки охотились на слонов, носорогов, гиппопотамов, которые по размерам превосходили человека в десятки раз. А шимпанзе и павианы изредка нападают лишь на небольших и неопасных животных. Помимо этого, некоторые проблемы, стоявшие перед группами прегоминид и ранних гоминид и хищниками, тоже были одинаковыми. И тем и другим надо было добыть мясную пищу, всем вместе съесть ее так, чтобы не возникало конфликтов. Хищникам приходилось оставлять на время охоты детенышей и членов стаи для охраны своего потомства, а по возвращении кормить и тех и других. И ранние гоминиды, едва они перешли к охотничьему образу жизни, вынуждены были покидать детей и женщин.

Иначе говоря, при всем принципиальном различии между коллективами предлюдей и особенно древнейших людей и объединениями хищников тем и другим требовались более развитые формы кооперации

в процессе добывания пищи и ее потребления, более действенные формы регулирования внутригрупповых отношений, чем объединения обезьян. А это значит, что изучение видов деятельности и взаимоотношений в сообществах хищников может пролить некоторый свет на характер объединений прегоминид и групп древнейших гоминид.

— Эффективная групповая охота невозможна без выработки стратегии, настойчивости в достижении цели, сотрудничества. Переход древних приматов к питанию мясом, по-видимому, потребовал развития всех этих черт поведения!

— У прегоминид и ранних гоминид не было ни быстроты бега стайных хищников, ни острых зубов, ни когтей. Они могли конкурировать с хищниками только благодаря применению орудий для охоты. Умение сосредоточиться на достижении цели — черта характера, гораздо менее присущая обезьянам, чем хищникам. То, что прегоминиды перешли к охоте, способствовало развитию этой черты и облегчило переход к изготовлению орудий труда. Можно предполагать, что настойчивость у них получила большее развитие, чем у хищников. Она постоянно тренировалась в процессе изготовления орудий.

Особую возможность для прегоминид и ранних гоминид в связи с их слабой естественной вооруженностью и отсутствием быстроты бега должна была иметь кооперация во время охоты.

В последние годы проведены исследования, выяснившие много нового, касающегося взаимодействия хищников на охоте. Так, если гиеновые собаки преследуют газель, одна или две собаки быстро бегут за ней, повторяя все повороты газели, а другие передвигаются медленнее, скашивая углы. Когда лидеры погони утомляются, их сменяют собаки, бегущие позади. Во время охоты львиц одна из них прячется, а остальные гонят на нее стадо антилоп. Находясь в засаде около водопоев, львицы не бросаются сразу на подошедших животных, а ждут, пока их соберется побольше. Охотясь, большинство хищников не общается между собой с помощью звуковых сигналов. Они ограничиваются наблюдением друг за другом.

Исходя из всего этого, можно сделать вывод, что, раз хищники с их относительно малым весом мозга пользуются различными видами групповой охоты, и прегоминиды и первые гоминиды имели возможность применять различные способы охоты. Иными словами, такие виды коллективной охоты, как загон, засады, окружение, могли представлять собой часть биологического наследия, полученного первыми людьми от их предков — «волкоподобных приматов».

— Однако сплочению первобытного коллектива способствовала не только охота, но и совместное потребление добычи.

— Интересным и существенно меняющим прежние представления об отношениях в

стаях хищников оказался вывод, сделанный многими исследователями после наблюдений за волками, гиеновыми собаками, гиенами и другими: в их сообществах нет абсолютного индивидуализма и эгоизма в потреблении добычи. У волков, например, не возникает ссор из-за той или иной части добычи, наоборот, превалирует дух кооперации и игривости. Существуют наблюдения, что у волков во время трапезы смягчается доминирование. Для сравнения можно взять павианов и макаков. В естественных условиях пища обезьян равномерно распределена по площади и конфликтов из-за нее не возникает. Если же их подкармливают в заповедниках, то лучшие куски достаются доминирующим животным. Добыча же у хищников занимает ограниченную площадь, и в их объединениях, видимо, выработался биологический механизм, допускающий ослабление системы доминирования на время кормления.

Но наиболее развитая система дележа пищи, связанная, по-видимому, с разделением функций между членами стаи, обнаружена у гиеновых собак. Когда стая в 8—10 и даже 30 животных отправляется на охоту, охранять детенышей остаются мать и один-два члена стаи. Сторожами могут быть и самцы и самки. Возвратясь с охоты, члены стаи кормят и детенышей и сторожей, отрывая мясо. Известен случай, когда в стае без самок было выкормлено 9 щенков. Сторожами, естественно, были самцы. У гиеновых собак пищу может получить и большое и увечное животное, стоит им лишь принять так называемую позу «просьбы пищи». Показательно, что животные не дерутся между собой, даже если добыча мала, а стая очень большая.

Для изучения вопроса о начальном этапе охоты прегоминид интересны и данные о хищничестве шимпанзе. Во время охоты обезьяны могут схватить добычу, оказывающуюся просто поблизости, преследовать убегающее животное или подкрасться к нему и схватить. Применяют шимпанзе и загон: один преследует жертву, а другие отрезают ей путь к бегству. Охотятся обычно взрослые самцы, группой. При дележе мяса, как и у волков, доминирование не проявляется. Большую часть получает тот, кто первым схватил жертву. Однако мясо в рационе шимпанзе составляет менее одного процента. Для сравнения можно привести такой пример. Современные африканские охотники и собиратели хадза питаются преимущественно растительной пищей, и все же в их рационе не менее 20 процентов мяса. Что касается ранних из известных прегоминид, то археологические раскопки в Восточной Африке свидетельствуют: свыше 2,5 миллиона лет назад мясо составляло значительную часть рациона древнейших людей. Его потребление по сравнению с обезьянами так возросло, что это означало не только количественную, но и качественную перемену в пищевом рационе, приведшую к новому образу жизни.



## ● ЛИЦОМ К ЛИЦУ С ПРИРОДОЙ

К середине мая чуть ли не до пояса поднялась густая рожь и, готовясь к цветению, подровняла один к одному легкие уса́тые колосья. Гонят днем степные ветры через то поле невысокие, сизоватые волны. Плавают над ними седоперый лунь, а повыше, где ветер посильнее, трепещет «поднебесный певец» — жаворонок. К вечеру успокаивается ветер, замирают колосья, и солнце, закатываясь за березовую лесополосу, окрашивает все поле в красный цвет. Словно плоским огнем, не дымя, полыхнет рожь до самого горизонта и начнет темнеть, теряя свои дневные краски.

Посвежело. Исчез куда-то лунь, еще выше поднялся с песней невидимый жаворонок, а от стены берез, едва не касаясь широкими крыльями концов колосьев, легко и неторопливо летит другая птица. Еще не ступились как следует поздние сумерки, только раз ударил в ложине перепел, а в свой охотничий полет вылетел ночной хищник, ушастая сова. На пороге лета ночь мала даже соловью для песен и совсем коротка тому, кто пасется или охотится в темное время суток. За долгий день основательно проголодались сами родители, но еще сильнее проголодались птенцы, ради которых и приходится начинать охоту почти засветло.

Низко и медленно летит сова, слушая шорохи земли, потому что где бы ни жили ушастые совы, в любой сезон они прежде всего охотники-мышеловы высшей квалификации. Они ловят мышей и полевок в густой



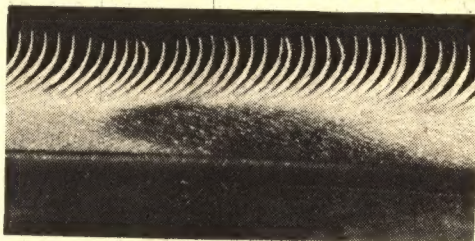
Сова на гнезде.

## УШАСТАЯ СОВА

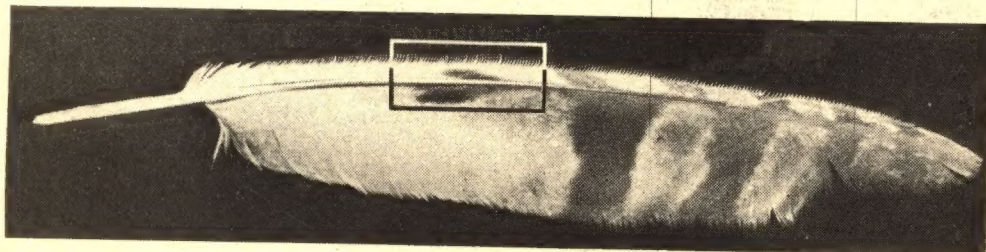
Кандидат биологических наук Л. СЕМАГО.

высокой пшенице, в луговой отаве и по низенькой стерне, в опавшем листе, подрыхлой пеленой снега и на плывущем в половодье мусоре. Иногда совы вынуждены охотиться и на птиц — овсянок, чечеток, воробьев, — но ловят их только в трудное время, когда почему-либо недоступной становится привычная добыча. Добычу выбирают по себе,

чтобы можно было проглотить целиком (не в совиной это манере разрывать жертву на кусочки). Иногда голод может заставить ушастую сову напасть ночью на дневную птицу почти своего веса — сороку или сойку. Оторвав у сороки голову, сова проглатывает ее одним разом вместе с перьями и клювом и может оставить нетронутым все остальное.



Перо ушастой совы.





Зажигается звезда за звездой, перепела уже бьют без передышки, как внезапно из густеющей темноты возникает длиннокрылый силуэт и тут же исчезает снова. Было какое-то движение воздуха, но не было звука полета, словно бесшумная тень пронеслась мимо, слившись через миг с поразившим ее мраком. Лишь в долгие летние сумерки и в ясную ночь полнолуния можно полюбоваться и совиными воздушными играми, и поисковым полетом ночных хищников, и первыми охотничьими упражнениями слетков. Но будет ли летать над лужайкой одна птица или выгся сразу десяток сов, до зрителя не донесется ни малейшего звука от взмахов широких и сильных крыльев, будто призраки, а не живые существа кружат над замершими кустами и травами.

Передняя кромка самого крайнего полетного пера в крыле ушастой совы не острая (у других птиц похожая на лезвие), а как аккуратная гребеночка из двухсот с лишним коротких, чуть отогнутых ресничек. Верхняя сторона этого и следующих маховых перьев покрыта нежным, упругим, густым, коротким пушком. Такое крыло даже при резком взмахе рассекает воздух совершенно бесшумно, не настораживая добычу и не мешая сове искать ее на слух.

У любой дневной птицы и ночью дневной вид. Внешность совы с наступлением темноты преобразуется до неузнаваемости: «лицо» из вытянутого становится круг-

лым, изменяется выражение глаз, словно бы пышнее делается оперение, иначе выглядит рисунок наряда, меняется даже посадка. Со светом дня приходит обратное превращение: торчком поднимаются «ушки», плотно прижимается перо, уже становится «лицо», глаза, как щелки. И сильно спавшая с тела, словно бы полубезногая сова столбиком затаивается на ветке у самого ствола. Не каждая сорока, увидев ее, опознает в такой фигуре живую птицу, своего врага.

Летом сове проще укрыться от постороннего взгляда. Зимой сосна выручает, ель, но в голом чернолесье все на виду. Однако есть в лесостепных дубравах такие деревья, которые сбрасывают до конца листву лишь весной. В мышиные годы эти дубы становятся для зимующих ушастых сов постоянным дневным пристанищем, где и от непогоды какая-то защита, а главное — общий тон совиного наряда настолько гармонирует с цветом жухлой листвы, что сколько бы сов ни собралось на одно дерево, надо внимательно присмотреться, чтобы обнаружить хотя бы одну. А собирается их на дневной отдых в одном месте до полутора-двух десятков. Бывает, что только после снеготаяния обнаружишь зимнее совиное прибежище, найдя у подножия ствола целый холмик из плотно сваленных комков шерсти и мышиных костей. Вечером каждая птица улетала отсюда, а после охоты возвращалась на свою ветку.

В совином семействе нет гнездостроителей. Кое-кто прямо на голой земле насиживает яйца. Однако ушастая сова выводит потомство в гнездах на деревьях. Строит не сама, а занимает те, что сложены другими. Ее одинаково устраивает и новая, с хорошей крышей сорочья постройка, и старое воронье гнездо. Иногда даже не гнездо, а его остатки: лишь бы яйца из него не выкатились. И если в перелеске нет ни сорок, ни ворон, то негде там основаться и совиной паре. Бывает, что сова решается на захват нужного ей гнезда силой, изгоняя из него хозяйку, и в этом ей помогает ночь.

Снеся первое яйцо, сова уже не оставляет гнездо. Апрельские ночи еще с заморозками, да и белая скорлупа видна даже в самую темень, и днем в неодоленном лесу птица только собой может прикрыть эту белизну от глаз сорок и ворон. Благополучие совиной семьи и ее численность целиком зависят от «урожая» главной добычи. И чем этот урожай выше, тем раньше загнездятся совы.

В 1956 году в Черноземье после долгой и морозной зимы в день появления первых проталин на ровных местах в гнезде ушастой совы уже лежало первое яйцо. Через две недели, еще до прилета первых соловьев и цветения черемухи, их было восемь, но весь выводок появился на свет за одиннадцать дней. Наверное, наседка только прячет под собой первые яйца, но не греет их как надо. Иначе бы разница в возра-

Главный редактор И. К. ЛАГОВСКИЙ.

Редколлегия: Р. Н. АДЖУБЕЙ (зам. главного редактора), О. Г. ГАЗЕНКО, В. Л. ГИНЗБУРГ, В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Д. КАЛАШНИКОВ (зав. иллюстр. отделом), Б. М. КЕДРОВ, В. А. КИРИЛЛИН, Б. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ЛЕОНОВ, А. А. МИХАЙЛОВ, Г. Н. ОСТРОУМОВ, Б. Е. ПАТОН, Н. Н. СЕМЕНОВ, П. В. СИМОНОВ, Я. А. СМОРОДИНСКИЙ, З. Н. СУХОВЕРХ (отв. секретарь), Е. И. ЧАЗОВ.

Художественный редактор Б. Г. ДАШКОВ. Технический редактор В. Н. Веселовская.

Адрес редакции: 101877, ГСП, Москва, Центр, ул. Кирова, д. 24. Телефоны редакции: для справок — 294-18-35, отдел писем и массовой работы — 294-52-09, зав. редакцией — 223-82-18.

© Издательство «Правда», «Наука и жизнь», 1982.

Сдано в набор 23.02.82. Подписано к печати 7.04.82. Т 08011. Формат 70×108<sup>1/16</sup>.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 14,7. Учетно-изд. л. 20,25. Усл. кр.-отт. 18,2.  
Тираж 3 000 000 экз. (1-й завод: 1—1 850 000 экз.). Изд. № 1070. Заказ № 2123.

Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции типография газеты «Правда» имени В. И. Ленина. 125865, ГСП, Москва, А-137, ул. «Правды», 24.



сте между первым и последним совятами тоже была бы двухнедельная, а это для короткого птичьего детства очень много. Да и при интервале в десять дней, когда каждый из двух первенцев мог уже проглотить принесенную мышь целиком, самый младший лежал в гнезде еще слепой. В зиму того года под метровым слоем снега на полях жило и плодилось несметное число серых полевков.

Ушастая сова не может стать постоянным жителем больших городов: птенцов не выкормить. Но ранней весной, осенью и зимой она не редкая гостья городских кварталов. То ее вороны обнаружат на ветке липы или тополя, то спящие улицы всю ночь оглашаются весенним призывным гудением совины, то кто-нибудь из прохожих становится нечаянным свидетелем нападения совы на спящих воробьев прямо перед ярко освещенной витриной магазина.

А в полях, когда идет ночная пахота, летают они следом за тракторами. Эта охота приносит им больше добычи, чем обычный поиск в одиночку. Лемеха плугов выворачивают из земли мышиные гнезда вместе с их обитателями.

Все, что в семействе сов достойно похвалы, относится и к ушастой сове. Среди сов нет никого, кто заслужил бы хотя бы малого упрека даже с позиции человеческой морали. Супружескую верность сов можно ставить в один ранг с лебязьей. Совы очень отзывчивы на ласку друг друга. Защищая птенцов, они бесстрашны перед любым врагом. Не коварны и не злы. Чужого им не надо: посторонних одиночек прогоняют с семейной территории, но сами границ не нарушают и не дают спровоцировать себя на это.

Слух у этой птицы очень тонкий, и уши у нее особенные: большие и неодинаковые, как бы с перекосом (под пером это незаметно). Такие уши, как пеленгатор, точно определяют по звуку точку, где копошится жертва. Но ушастой эту сову называли не за настоящие уши, а за два пучка перышек, что торчат над глазами на лбу.





22 - 201

Наука и жизнь, 1982, № 5, 1—160.



**КОСА, УХОДЯЩАЯ В МОРЕ** (См. статью  
на стр. 154)

Летят чайки  
Пейзаж Обиточной косы



**НАУКА И ЖИЗНЬ**

Индекс 70601

Цена 70 коп.